



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
ESCOLA DE MINAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

ISABELA BICALHO ROMÃO MARTINS

VIABILIDADE ECONÔMICA ATUAL DA ALUMINA

OURO PRETO

2020

ISABELA BICALHO ROMÃO MARTINS

VIABILIDADE ECONÔMICA ATUAL DA ALUMINA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheira de Minas

Orientador: Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza

Ouro preto

2020

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M386v Martins, Isabela Bicalho Romão.
Viabilidade econômica atual da alumina. [manuscrito] / Isabela
Bicalho Romão Martins. - 2020.
98 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Minas .

1. Economia mineral. 2. Alumina. 3. Mercado futuro - Viabilidade. 4.
Demanda (Teoria econômica). I. Souza, Felipe Ribeiro. II. Universidade
Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 622.013

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Departamento de Engenharia de Minas - DEMIN



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos sete dias do mês de dezembro de 2020, às 09h00min, foi instalada a sessão pública remota para a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da discente Isabela Bicalho Romão Martins, matrícula 17.2.5919, intitulado VIABILIDADE ECONÔMICA ATUAL DA ALUMINA, perante comissão avaliadora constituída pelo orientador do trabalho e presidente da comissão, Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza, Prof. M.Sc. Juliano Tessinari Zagôto e Eng^a de Minas Bárbara Isabela da Silva Campos. A sessão foi realizada com a participação de todos os membros por meio de videoconferência, com base no regulamento do curso e nas normas que regem as sessões de defesa de TCC. Inicialmente, o presidente da comissão examinadora concedeu à discente 20 (vinte) minutos para apresentação do seu trabalho. Terminada a exposição, o presidente concedeu, a cada membro, um tempo máximo de 20 (vinte) minutos para perguntas e respostas à discente sobre o conteúdo do trabalho, na seguinte ordem: primeiro Eng^a de Minas Bárbara Isabela da Silva Campos, segundo, Prof. M. Sc. Juliano Tessinari Zagôto e em último, o Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza. Dando continuidade, ainda de acordo com as normas que regem a sessão, o presidente solicitou à discente e aos espectadores que se retirassem da sessão de videoconferência para que a comissão avaliadora procedesse à análise e decisão. Após a reconexão da discente e demais espectadores, anunciou-se, publicamente, que a discente foi aprovada por unanimidade, com a nota: 9,0 (Nove), sob a condição de que a versão definitiva do trabalho incorpore todas as exigências da comissão, devendo o exemplar final ser entregue no prazo máximo de 15 (quinze) dias. Para constar, foi lavrada a presente ata que, após aprovada, foi assinada pelo presidente da comissão. A discente encaminhará uma declaração de concordância com todas as recomendações apresentadas pelos avaliadores. Ouro Preto, 07 de dezembro de 2020.

Presidente: Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza

Membro: Prof. M.Sc. Juliano Tessinari Zagôto

Membro: Eng^a de Minas Bárbara Isabela da Silva Campos

Discente: Isabela Bicalho Romão Martins

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio incondicional, em especial minha mãe Renata.

Ao meu orientador Felipe pelos ensinamentos e suporte.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor. Mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus não somos o que éramos”.

Martin Luther King

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar os principais fatores que influenciam o mercado atual do óxido de alumínio a fim de verificar sua viabilidade econômica. O presente trabalho aborda desde a aplicação da alumina, seu processo de beneficiamento, metalurgia extrativa até fatores macroeconômicos como crescimento da indústria e leis de oferta e demanda que permitem concluir a viabilidade do seu mercado futuro, uma vez que esses fatores se encontram interligados. Dados de produção das principais mineradoras brasileiras que produzem o minério foram analisados detalhadamente no projeto: Alcoa S.A. e NorskHydro Brasil (Alunorte). Foram consideradas a oferta e procura da própria alumina e de todas as commodities que compõem a sua cadeia produtiva, como: bauxita, soda cáustica, eletricidade, carvão, óleo combustível, gás natural e cal. Outro fator importante que fora levado em conta foi o fluxo das importações e exportações da alumina e seus componentes, assim cada commodity foi classificada como global ou local. Os preços de mercado da commodity e de cada componente foram também analisados. Para um bom entendimento do mercado a pesquisa também cita os maiores produtores e consumidores de alumina no mundo, assim foi possível analisar quem possui maior influência no mercado internacional. Fatores de risco foram analisados e apresentados com o intuito de alertar as ameaças e a vulnerabilidade do mercado do óxido de alumínio. Pesquisas foram realizadas a fim de prever o mercado futuro da alumina, seu consumo, vendas e preço futuro baseado em contratos de curto, médio e longo prazo. Finalmente, foi possível observar que a commodity se apresenta viável no mercado atual, pois a tendência do seu consumo é crescente em uma escala global.

Palavras-chave: Alumina. Mercado. Viabilidade. Oferta. Demanda. Commodity.

ABSTRACT

This research has the main purpose of analyzing the main factors that influence the current aluminum oxide market in order to verify its economic viability. The research addresses the application of alumina, its mineral treatment process, extractive metallurgy and also, macroeconomic factors such as the industry growth, supply and demand analysis that grants the review of the viability of its future market, once these factors interconnected. Data from the main Brazilian mining companies has been minutely analyzed: Alcoa S.A. and NorskHydro Brasil (Alunorte). The supply and demand for alumina and the components that comprise it were considered: bauxite, caustic soda, electricity, coal, fuel oil, natural gas and lime. Another important factor was considered: the global alumina and its component's trade (flow of imports and exports), so it was possible to designate if each commodity was supplied as global or local. The commodity market prices and its components were also analyzed. For a better understanding of the market, this current project also mentions the largest producers and consumers of alumina in the world, so it's possible to designate who are the biggest players in the international market. Risk factors were analyzed and presented in order to warn the venture and the vulnerability of the aluminum oxide market. Research was carried out in order to predict the future market of alumina, its consumption, sales and price forecast based on short, medium and long-term contracts. Finally, it was possible to conclude that the commodity appears to be viable in the current market, since the trend of its consumption seems to be going up on a global range.

Key-words: *Aluminum oxide. Economic viability. Trade. Market. Trend.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados globais de produção de alumina	23
Tabela 2: Estatísticas Nacionais – Alumina	25
Tabela 3: Produção bauxita e reservas por país.....	31
Tabela 4: Estatísticas brasileiras de bauxita	32
Tabela 5: Maiores importadores de Bauxita no mundo em % das importações globais	33
Tabela 6: Maiores importadores de bauxita	33
Tabela 7- Produção e venda interna de Soda Cáustica	38
Tabela 8: Energia total consumida na NosrkHydro de 2015 a 2019	43
Tabela 9: Capacidade e geração de energia disponibilizadas à Alcoa Corporation	44
Tabela 10: Preço de energia elétrica no Brasil	45
Tabela 11: Preço de energia elétrica no Brasil por setor.....	45
Tabela 12: Produção mundial de cal.....	63
Tabela 13: Maiores produtores mundiais de cal.....	65
Tabela 14: Estatísticas brasileiras da cal.....	66
Tabela 15: Matérias primas necessárias para fabricação de uma tonelada de alumina ..	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma processamento da bauxita	20
Figura 2: Processo Bayer.....	21
Figura 3: Fluxograma processo Bayer	21
Figura 4: Dados Globais de Produção de Alumina.....	23
Figura 5: Dados globais da produção chinesa de alumina	24
Figura 6: Consumo Global de Alumina	26
Figura 7: Preço da Alumina índice Platts PAX FOB Austrália.....	27
Figura 8: Produção de Bauxita Global de 2015 a 2019	31
Figura 9: Fluxo global de importações e exportações da bauxita 2011	34
Figura 10: Preço de Importação Americana da Bauxita	36
Figura 11: Produção Global de Soda Cáustica	37
Figura 12: Produção Brasileira de Soda Cáustica Líquida.....	38
Figura 13: Indústria de Papel e Celulose 2018.....	39
Figura 14: Indústria Alumínio Primário 2018.....	39
Figura 15: Demanda Global de Soda Cáustica.....	40
Figura 16: Consumo global de soda cáustica em 2018.....	40
Figura 17: Setores brasileiros de consumo de soda cáustica.....	41
Figura 18: Preço de Importação Brasileira de Hidróxido de Sódio.....	42
Figura 19: Tarifas médias por região	46
Figura 20: Produção Global de Carvão.....	47
Figura 21: Fluxo de importações e exportações de carvão	48
Figura 22: Produção Colombiana	49
Figura 23: Consumo global de carvão	50
Figura 24: Importação Brasileira da Colômbia em Toneladas	51
Figura 25: Preço do carvão API2.....	52
Figura 26: Produção Global de Óleo Combustível.....	53
Figura 27: Produção Óleo Combustível ANP	54
Figura 28: Demanda Global Óleo Combustível	54
Figura 29: Vendas Óleo Combustível ANP	55
Figura 30: Estrutura de Custo do Óleo Combustível.....	56
Figura 31: Preço de produtos derivados de petróleo.....	57

Figura 32: Óleo Combustível A1- Média Brasil R\$/Kg	58
Figura 33: Volume Total de Vendas	59
Figura 34: USD em BRL.....	60
Figura 35: Preço histórico do Brent.....	60
Figura 36: Preço histórico do Petróleo.....	61
Figura 37: Média de preços Austrália e Estados Unidos	66
Figura 38: Produção global de gás natural	67
Figura 39: Consumo global de gás natural.....	67
Figura 40: Fluxo de importação e exportação do gás natural e GLP em bilhões de m ³ .	68
Figura 41: Oferta e demanda de gás natural no Brasil.....	69
Figura 42: Preços gás natural	70
Figura 43: Preços de gás natural no Brasil.....	71
Figura 44: Preço histórico da alumina - Média mensal	91
Figura 45: Índice futuro de preços da alumina australiana	93

LISTA DE ABREVIATURAS

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio

ABPC - Associação Brasileira dos Produtores de Cal

ADAN- Autoridade de Despejo de Alto Nível

ANP – Agência Nacional de Petróleo

APAC- Ásia- Pacífico

API – Alumina Price Index

ARA – Amsterdã, Rotterdã, Antuérpia

AWAC - Alcoa Worldwide Alumina and Chemicals

BRL – Brazilian Real

BTU- British Thermal Unit

CIF- Cost, Insurance and Freight

EGA- Emirates Global Aluminum

EUA- Estados Unidos da América

FOB – Freight on Board

GJ- Gigajoule

IAI- International Aluminum Institute

IPA- Índice de Preços da Alumina

kg – Kilogram (Quilograma)

Kg/hab – Quilograma por habitante

LME- London Metal Exchange

MB- Metal Bulletin

Mbpd- Milhões de barris por dia

MITI- Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação da China

MME – Ministério de Minas e Energia

mt- *Metric Ton* (tonelada métrica)

MT- Milhões de Toneladas

MTOE- Million Tonnes of Oil Equivalent (Milhões de Toneladas Equivalente de Petróleo)

MW- Megawatt

MWh- Megawatt-hora

NBP – National Balancing Point

OPEP- Organização dos Países Exportadores de Petróleo

PJ- Peta-Joule

R\$- Reais

RMB- Renminbi (yuan)

TML- Troca de Metais de Londres

TTF- Title Transfer Facility

US\$- Dólar dos Estados Unidos

USD – United States Dollar

USGS – United States Geological Survey

WTI – West Texas Intermediate

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivo Específico.....	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	APLICAÇÕES E PRODUTOS DA ALUMINA.....	18
2.2	PROCESSO DE BENEFICIAMENTO	19
2.2.1	Metalurgia Extrativa	19
2.2.2	Processo Bayer	20
2.2.3	Rejeitos.....	21
2.3	MERCADO ATUAL DA ALUMINA.....	22
2.3.1	Oferta	22
2.3.2	Demanda	25
2.3.3	Preços.....	26
2.3.4	Análise	27
3	METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÕES	29
3.1	INSUMOS PRODUTIVOS:.....	29
3.1.1	Bauxita	29
i.	Oferta	30
ii.	Demanda.....	32
iii.	Preços	35
3.1.2	Soda Cáustica	36
i.	Oferta	37
ii.	Demanda.....	39

iii. Preços	41
3.1.3 Eletricidade.....	42
i. Oferta E Demanda	42
ii. Preços	45
3.1.4 Carvão	46
i. Oferta	47
ii. Demanda.....	49
iii. Preços	51
3.1.5 Óleo Combustível.....	52
i. Oferta	52
ii. Demanda.....	54
iii. Preços	56
3.1.6 Cal.....	62
i. Oferta	63
ii. Demanda.....	65
iii. Preços	66
3.1.7 Gás Natural.....	66
i. Oferta e Demanda.....	66
ii. Preços	69
3.2 PRODUTORES	71
3.3 CONSUMIDORES	77
3.4 FATORES DE RISCO	80
3.4.1 Economia Global onde operações de alumina estão instaladas	80
3.4.2 Queda nos preços de alumina, incluindo mercados globais e regionais ...	80
3.4.3 Condições de Competitividade.....	81
3.4. 4 Custos elevados de matéria prima.....	82
3.4.5 China.....	82

3.4.6	Custos de energia.....	83
3.4.7	Riscos Econômicos e Políticos.....	84
3.4.8	Flutuações nas taxas econômicas	84
3.4.9	Queda na produção e consumo de alumínio primário	84
3.4.10	Mudança climática e riscos ambientais.....	85
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	86
4.1	MERCADO FUTURO	86
4.2.1	Composição dos Custos	87
4.2.2	Formação de preços	87
4.2.3	Demanda	88
4.2.4	Demanda por mercados derivados.....	88
4.2.5	Indústria Automotiva	89
4.2.6	Estoques de Alumínio.....	89
4.2.7	Oferta	90
4.2.8	Novos investimentos.....	90
4.2.9	Preço alumina atual e perspectivas	91
5	CONCLUSÃO.....	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

1. INTRODUÇÃO

A alumina – óxido de alumínio (Al_2O_3) - é um composto químico de alumínio e oxigênio, um produto intermediário da transformação da bauxita para a produção de alumínio primário. Possui diversas aplicações, como por exemplo, a fabricação de materiais refratários, tratamento de água, uso em produtos abrasivos e para polimento, como retardante de chamas, na fabricação de velas de ignição, baterias de íon-lítio entre outros. Esta matéria prima apresenta algumas propriedades especiais tais como: alta dureza, alta força mecânica, boa resistência a choques térmicos. No Brasil foi produzida pela primeira vez em meados da década de 1940 (ABAL, 2018).

É um óxido encontrado na forma de bauxita, um material heterogêneo composto principalmente de minerais de hidróxido de alumínio, gibbsita, diásporo e boemita. As impurezas mais comuns presentes nos depósitos de bauxita são óxidos de ferro, silicatos de alumínio (argila e outros) e titânia. A bauxita é uma importante matéria-prima para obtenção de alumina (óxido de alumínio), além de outros insumos como soda cáustica, energia elétrica, óleo combustível, carvão e cal que são utilizados no processamento da bauxita para obtenção de alumina, chamado de processo Bayer.

A alumina é uma commodity de exportação e importação de extrema importância para o mercado no âmbito global. Por ser produto intermediário na fabricação do alumínio e ter diversas outras aplicações, é um bem valorizado que tem, cada vez mais, ganhado espaço no mundo das commodities.

Ao estudar a viabilidade econômica de um bem, existem diversos fatores a serem analisados. No caso da alumina os fatores a serem analisados são a oferta, demanda e precificação (tanto do óxido de alumínio quanto de seus insumos), fatores de risco, maiores produtores e consumidores globais e a tendência do mercado futuro.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do atual trabalho é identificar e analisar quantitativamente a viabilidade econômica da produção atual da alumina e seus insumos e qual o seu impacto no mercado.

1.1.2 Objetivo Específico

- Citar o ciclo produtivo da Alumina para determinar os principais insumos que afetam o custo;
- Identificar o comportamento macroeconômico dos insumos para análise do cenário atual e projeções futuras;
- Determinar fontes consumidoras da Alumina de modo a identificar a demanda para a commodity;
- Analisar os riscos e gargalos produtivos capazes de limitar a viabilidade econômica da alumina;
- Demonstrar os principais problemas que atingiram esse mercado nos últimos anos com intuito de destacar as principais variáveis que devem ser consideradas em análise de mercado futuro;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 APLICAÇÕES E PRODUTOS DA ALUMINA

A alumina é a matéria-prima base para produção do metal alumínio usado na fabricação de aviões, carros, latas de cerveja, painéis. Além disso, é o material empregado na fabricação de diversas cerâmicas de alta tecnologia. Produzida sinteticamente através do beneficiamento da bauxita, pelo processo Bayer, inicialmente obtêm-se o hidróxido de alumínio, após calcinações e novas reações com ácidos e bases, se transforma no óxido de alumínio industrial com pureza próxima a 99,9%.

A alumina apresenta uma ampla e variada área de aplicação, principalmente nos produtos químicos, farmacêuticos, catalisadores, plásticos, pigmentos, substitutos sintéticos, papéis, cerâmicos aluminosos, refratários, isolantes, abrasivos, eletrônicos etc.

Esta matéria prima apresenta algumas propriedades especiais tais como: alta dureza, alta força mecânica, boa resistência a choques térmicos, etc. Embora a alumina seja um material cerâmico clássico, ela continua a despertar interesse em vários pesquisadores. Vários métodos químicos de síntese têm sido explorados na obtenção deste pó cerâmico, visando, principalmente, o controle de suas características (pureza, morfologia, tamanho médio das partículas e homogeneidade química). Entre todos os métodos de preparação de pós-cerâmicos, a síntese por reação de combustão destaca-se como uma técnica alternativa e bastante promissora.

A alumina é uma matéria prima cerâmica com microestrutura uniforme e controlada. Tal matéria prima é também necessária em muitas aplicações avançadas da engenharia, como aplicações em baterias de íon-lítio, a alumina é capaz de otimizar o funcionamento das mesmas.

2.2 PROCESSO DE BENEFICIAMENTO

Alumina é obtida a partir da bauxita, um minério que contém hidróxido de alumínio e impurezas compostas geralmente por silicatos, óxidos de ferro (goetita e hematita), titânia, aluminossilicatos, entre outros.

2.2.1 Metalurgia Extrativa

- **Lavra**

A lavra desses minérios é feita, na maior parte, a céu aberto, segundo o método por tiras (*strip mining*). Estima-se que o maior número das jazidas de bauxita laterítica é lavrada por métodos a céu aberto. Menos de 20% da produção de bauxita no mundo é obtida por métodos de lavra subterrânea. O nível de mecanização na lavra é diversificado, dispendo-se desde a lavra manual até os métodos modernos com diversos tipos de equipamentos de mineração. (CETEM, 2005).

- **Processamento**

Inicia-se na britagem, para redução do tamanho, remoção da fração argilosa e dos minerais de sílica. Em seguida, a separação em meio denso promove a remoção de ferro e laterita dos minérios com granulometria acima de 1,0mm por meio de equipamentos como hidrociclones, para a maioria dos casos. Espirais de *Humphreys* e separadores magnéticos, com campos superiores a 1,5 T, são utilizados para remoção dos minerais

paramagnéticos, reduzindo os teores de Fe_2O_3 e TiO_2 . Além disso, em algumas operações, o minério é particularmente secado para facilitar o manuseio e/ou minimizar os custos de transporte. Nesta etapa, procede-se a filtragem, elevando-se a percentagem de sólidos de 25 para 60%, seguida de secagem em vaporizador (*spray dry*) para obtenção de um produto final com 5% de umidade. Desse modo, obtém-se um produto final que pode ser usado tanto no processo de calcinação, bauxita para fins não metalúrgicos, quanto no processo Bayer, bauxita para fins metalúrgicos, que constitui a quase totalidade do consumo (CETEM, 2005). A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo completo deste minério.

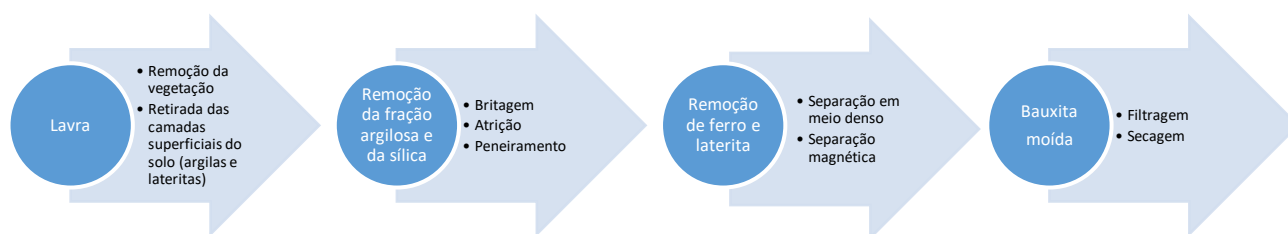


Figura 1: Fluxograma processamento da bauxita
Fonte: Elaborado pela própria autora

2.2.2 Processo Bayer

Nessa fase do processo, o concentrado de bauxita moída, em geral, abaixo de 208 μm e uma razão mássica ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) maior que 10, é então digerida com a soda cáustica e adicionada a outros reagentes secundários. Nestas condições, a bauxita dissolve-se formando uma solução de aluminato de sódio ($\text{Na}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3$), enquanto as impurezas permanecem na fase sólida e são conhecidas como “lama vermelha”. Após essa dissolução, a polpa resultante segue para o processo de redução que depende da energia gerada por óleo combustível, carvão ou gás natural, em uma série de reatores a pressão, espessadores e filtros prensa. A solução resultante segue para as torres de resfriamento e aos precipitadores onde a alumina é então cristalizada. Nessa etapa de precipitação, o processo é acelerado pela adição de sementes. Em seguida, o produto é filtrado, lavado, secado. Finalmente tem-se a etapa da termólise (calcinação), transformando o hidróxido de alumínio em alumina.

Para a obtenção do alumínio primário, a massa de alumina produzida pelo processo Bayer é convertida por meio de redução eletrolítica em banho fundido de criolita natural ou sintética, utilizando o processo Hall-Héroult. A Figura 2 apresenta o fluxograma ilustrado com imagens de equipamentos do processo Bayer do e a Figura 3 apresenta o fluxograma conceitual do procedimento.

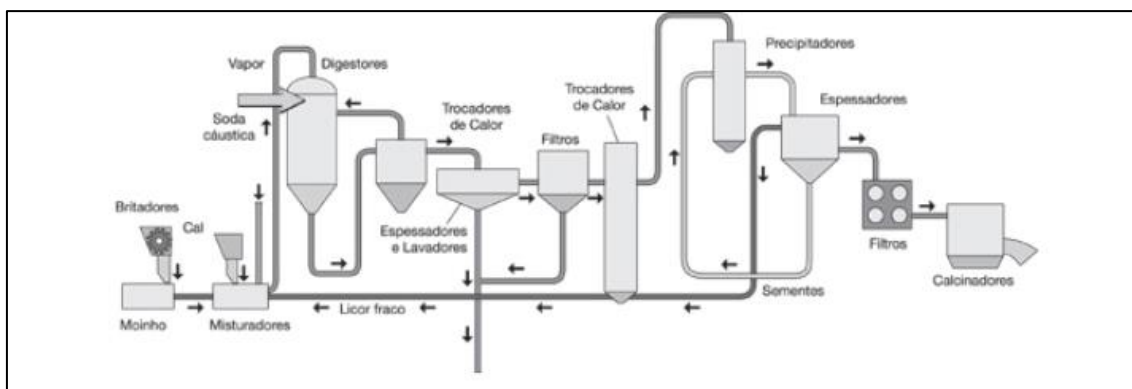


Figura 2: Processo Bayer
Fonte: CETEM (2005)

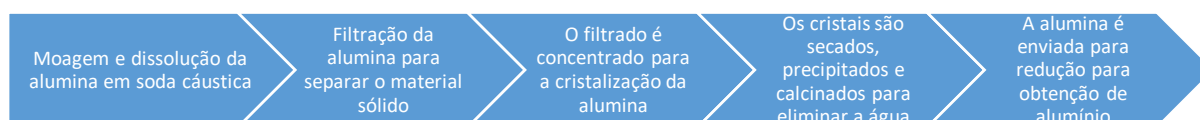


Figura 3: Fluxograma processo Bayer
Fonte: Elaborado pela própria autora

2.2.3 Rejeitos

A má disposição ou alocação da lama vermelha pode ocasionar diversos problemas, como: a contaminação da água de superfície e subterrânea por NaOH, ferro, alumínio ou outro agente químico; o contato direto com animais, plantas e seres humanos; o vento pode carrear pó dos depósitos de lama vermelha seca, formando nuvens de poeira alcalina; impacto visual sobre uma extensa área (SILVA FILHO; ALVES; DA MOTTA, 2007).

Na etapa primária de beneficiamento da bauxita, o único rejeito proveniente da lavagem do minério é a argila, sem qualquer aditivo químico. Nesses depósitos, o rejeito

é adensado (compactado) e parte da água recuperada é reaproveitada no processo, o que reduz o risco de vazamento nas barragens.

Com o tempo, essa argila sedimenta e seca no reservatório. A água residual vai sendo eliminada até que haja condições para o replantio de vegetação sobre o antigo depósito, o que possibilita a reintegração da área ao meio ambiente.

Na etapa secundária a lama vermelha (denominação genérica para o resíduo insolúvel gerado durante a etapa de clarificação do processo Bayer) é normalmente disposta em lagoas projetadas especialmente para este fim. A composição química da lama vermelha varia extensamente e depende da natureza da bauxita e da técnica empregada no processo Bayer em cada planta industrial. Normalmente, a lama vermelha retém todo o ferro, titânio e sílica presentes na bauxita, combinado com o sódio sob a forma de um silicato hidratado de alumínio e sódio de natureza.

2.3 MERCADO ATUAL DA ALUMINA

2.3.1 Oferta

a) Global

Pode-se observar na Tabela 1 através de dados globais fornecidos pelo World Aluminum (2019) o crescimento da produção de alumina no mundo nos últimos anos devido ao crescente uso da commodity na indústria, com enfoque na produção de alumínio primário que tem seguido a mesma tendência. O grande responsável por este aumento é a China que, de 2014 até os últimos dados reportados de 2019 sofreu um crescimento de 27,8% representando 53,9% da produção global total, o crescimento econômico Chinês se manteve estável em alta de 2014 a 2019, apresentando uma média de 6,9 (The World Bank, 2020). Sendo que o setor industrial é um dos fatores mais relevantes ao abordar ascensão da economia Chinesa. Em contrapartida, a América do Norte sofreu um declínio considerável entre 2015 e 2017 uma vez que duas das quatro refinarias domésticas de alumina foram desativadas, causando esse impacto na produção (USGS, 2017). A Tabela 1 apesar de demonstrar que a produção de alumina está presente em quase todos os continentes, ou seja, existem vários vendedores, não permite um equilíbrio adequado do mercado devido a elevada produção chinesa que possivelmente é capaz de exercer algum nível de regulação da oferta global. A Figura 4 melhor ilustra a discrepância da produção chinesa frente à produção do resto do mundo.

Tabela 1: Dados globais de produção de alumina

Dados Globais de Produção de alumina em 1000 toneladas									
Período	Africa e Ásia (Exceto China)	China (estimado)	América do Norte	América do Sul	Oeste Europeu	Leste/Centro Europeu	Oceania	Resto do Mundo	Total
2014	6.174	55.765	6.579	12.664	5.898	4.031	20.799	2.190	115.100
2015	6.234	58.979	6.449	13.212	5.920	4.076	20.377	3.103	118.350
2016	6.823	60.827	4.091	12.721	5.907	4.192	20.900	4.392	119.853
2017	8.382	70.699	3.033	12.713	5.890	4.499	29.783	6.391	132.390
2018	8.936	71.547	2.869	9.991	5.855	4.479	20.365	6.391	130.433
2019	10.329	71.284	2.932	10.739	5.738	4.447	20.491	6.391	132.351

Fonte: adaptado de USGS (2020)

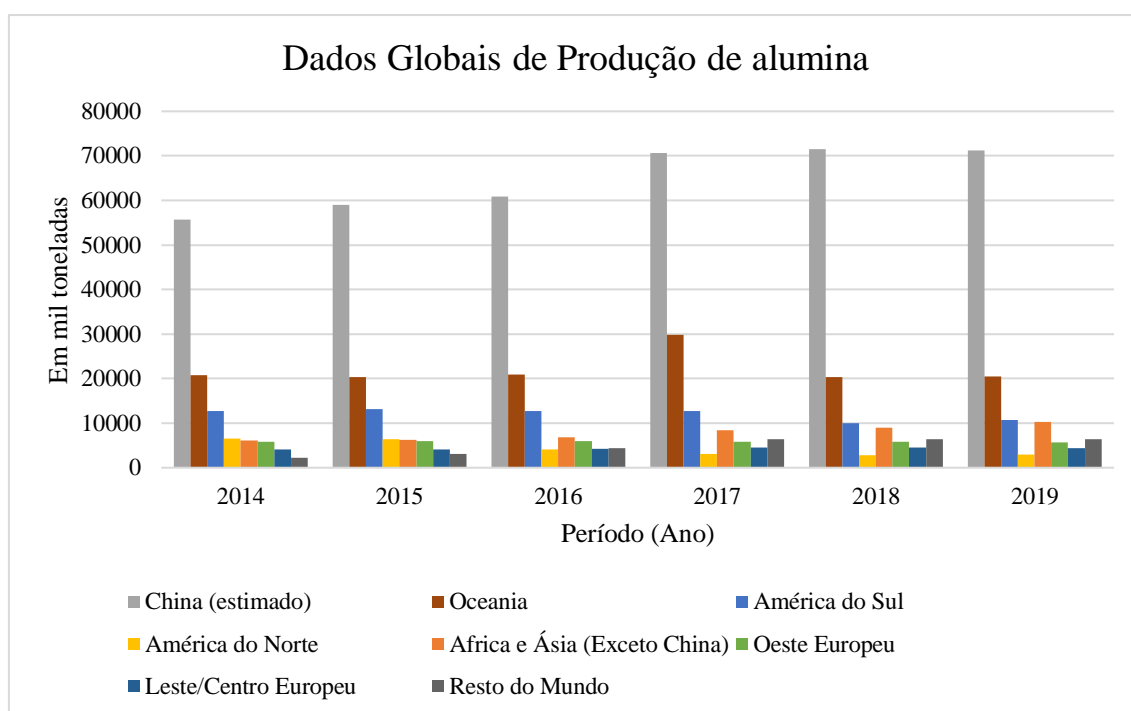


Figura 4: Dados Globais de Produção de Alumina
Fonte: adaptado de USGS (2020)

A China é o maior consumidor e produtor de alumina global. Além de liderar o mercado de alumínio, importa bauxita da Austrália e Guiné principalmente, para produção de alumina e para diminuir a dependência externa do óxido. Como pode-se observar na Figura 5, a produção global de alumina na China tem sofrido crescente aumento de 2014 a 2018 e estabilizando em 2019.

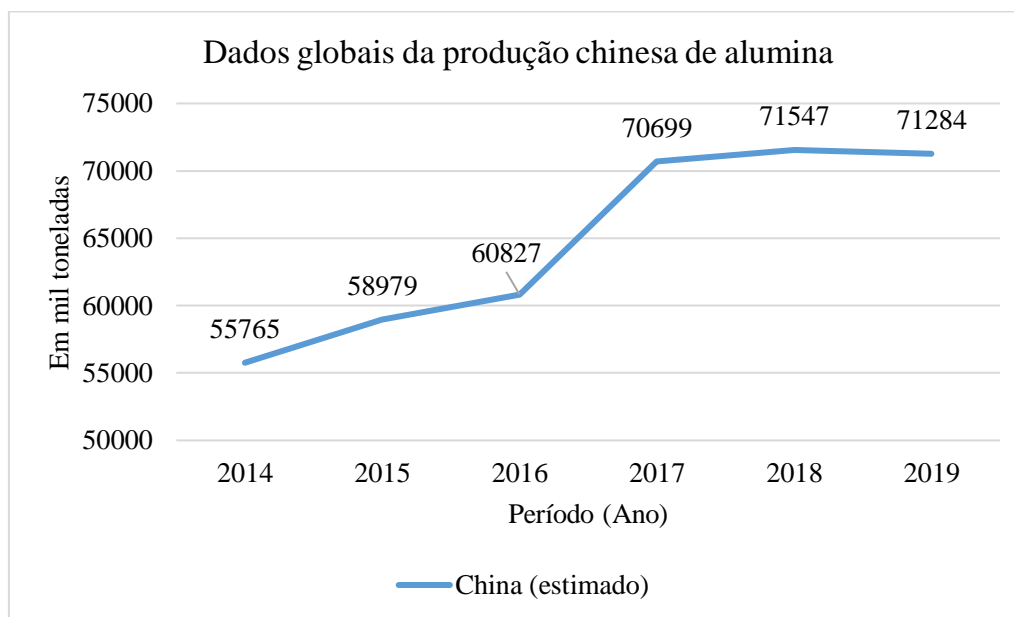


Figura 5: Dados globais da produção chinesa de alumina
Fonte: adaptado de USGS (2020)

b) Brasil

O mercado brasileiro é baseado em um oligopólio produtivo pois 69% da produção está associada a duas empresas. A Norsk Hydro Brasil Ltda é a maior produtora brasileira de alumina detendo 44% da produção. Já a segunda, Alcoa S.A., detém 25% da produção total. Segundo a Associação Brasileira de Alumínio a produção anual brasileira em 2018 girou em torno de 8,3 MT representando em torno de 6,3% da produção global total. A atual produção brasileira apesar de posicionar entre os maiores produtores não permite controlar a oferta do produto, pois a China apresenta larga vantagem na produção. A Tabela 2 apresenta os dados do país fornecidos pela Associação Brasileira do Alumínio.

Tabela 2: Estatísticas Nacionais – Alumina
Alumina no Brasil (em 1000 toneladas)

Composição	2016	2017	2018
Suprimento	10.907,40	11.090,10	8.285,10
Produção	10.885,50	11.060,60	8.258,00
• Alcan Alumina Ltda	370,7	369,8	351,2
• Alcoa Alumínio S.A.	2.088,30	2.122,20	2.076,20
• Companhia Brasileira de Alumínio	667	741,8	752,7
• Norsk Hydro Brasil Ltda	6.340,90	6.396,80	3.712,20
• South32 Minerals S.A.	1.334,50	1.328,60	1.264,30
• Outros	84,10	101,40	101,40
Importações	21,90	29,50	27,10
Consumo Doméstico	2.117,60	2.254,30	1.896,80
• Usos metálicos	1.516,90	1.550,40	1.258,90
• Outros Usos	600,70	703,90	637,90
Exportações	8.778,50	8.762,30	6.236,70

Fonte: adaptado de Associação Brasileira do Alumínio (2019)

2.3.2 Demanda

a) Global

Segundo o Departamento da Indústria, Ciência, Energia e Recursos do Governo Australiano, o consumo global no ano de 2019 fora de 117 milhões de toneladas impulsionado pela menor produção global de alumínio. A Austrália fora a maior exportadora global, com 18 milhões de toneladas em 2019. Como mostra a Figura 6, a produção de alumínio na China caiu 1,9% em 2019 com as tensões comerciais entre Estados Unidos da América e China impactando negativamente a demanda de alumínio chinesa.

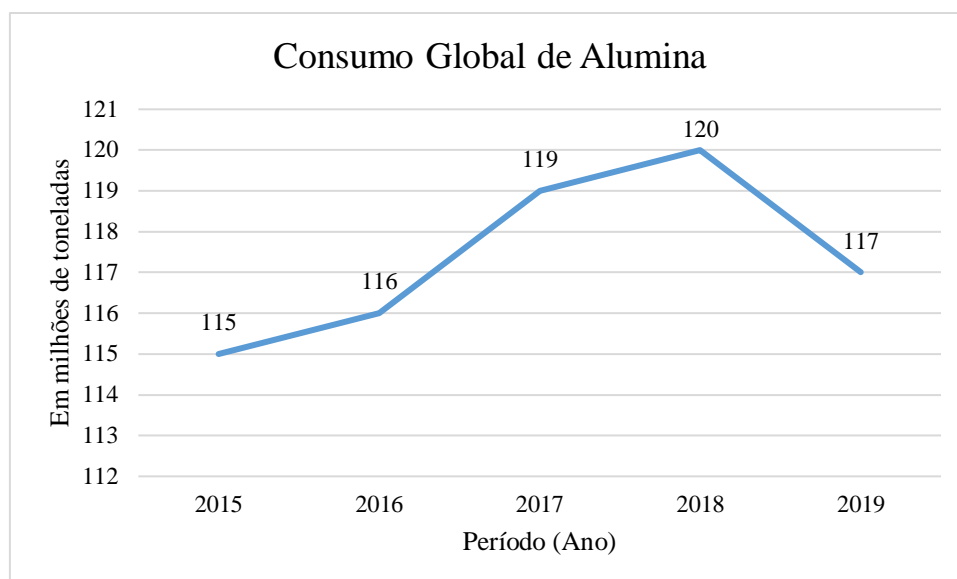


Figura 6: Consumo Global de Alumina

Fonte: adaptado de *Australian Government- Department of Industry, Science, Energy and Resources* (2020)

b) Brasil

Como pode-se observar na Tabela 2, na oferta da alumina, a demanda brasileira por alumina é suprida pelo mercado nacional. Seu consumo doméstico gira em torno de 1,9 MT, representando 15,6% do suprimento total brasileiro. As importações do Brasil giram em torno de 0,03 MT o que torna o Brasil pouco representativo como importador global.

2.3.3 Preços

Os principais fatores de custo para o refino de alumina são bauxita, energia e soda cáustica, estes representam cerca de 85% dos custos operacionais. Os custos de energia são uma combinação de combustível, carvão e eletricidade e representam cerca de 30% dos custos totais. A soda cáustica representa cerca de 15% dos custos totais.

Três agências de relatórios de preços de commodities (Platts, Fastmarkets MB e CRU) publicam índices de preços de alumina. Como as duas maiores produtoras de alumina do Brasil seguem o preço da Alumina Platts, o presente trabalho irá se basear neste índice. O índice de preços de Alumina da Platts reflete o equilíbrio fundamental de oferta e demanda, bem como a evolução geral dos custos do mercado de alumina. O preço do índice continua a ganhar apoio no setor e representa a principal referência para contratos de médio, curto e longo prazos. A Figura 7 mostra o preço da alumina de acordo com o índice entre os anos de 2013 a 2019.

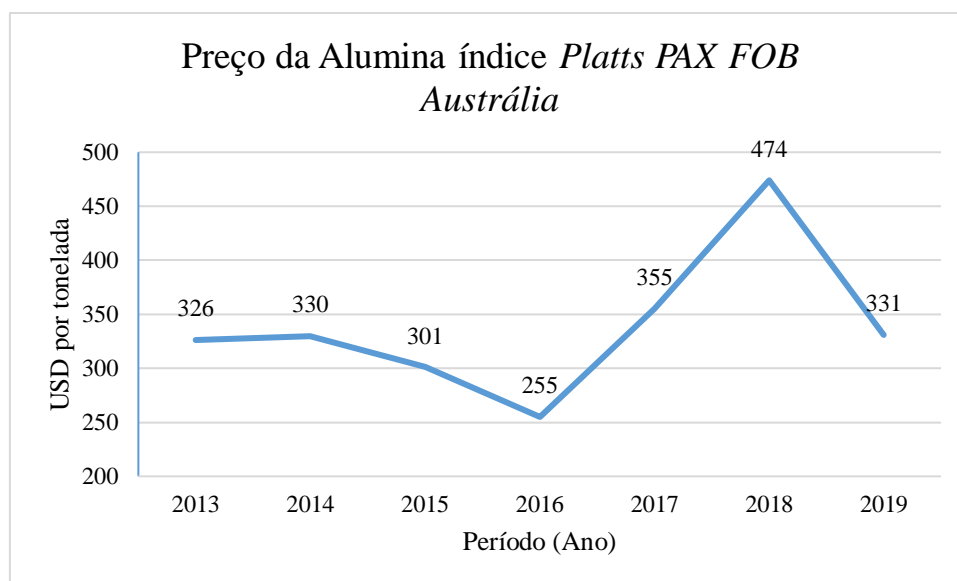


Figura 7: Preço da Alumina índice Platts PAX FOB Austrália
 Fonte: adaptado de *Platts* (2020)

2.3.4 Análise

Para melhor entendimento dos movimentos demonstrados nos tópicos de oferta, demanda e preço será realizada uma análise anual do movimento do mercado para esse insumo produtivo.

- 2015:** Após um ano de melhores condições de mercado em 2014, o mercado global de alumínio se deteriorou novamente em 2015 devido ao excesso de oferta na China e ao aumento de sua produção fornecendo uma estabilidade para o mercado, além do aumento das exportações de metais primários na forma de produtos semimanufaturados da China. Esses desenvolvimentos, juntamente com os custos mais baixos da indústria, resultaram em um declínio contínuo nos preços da alumina durante 2015. Ao mesmo tempo, um enfraquecimento considerável do real brasileiro em relação ao dólar, a principal moeda de custo para as operações das refinarias brasileiras, enfraqueceu o mercado. A média do preço da Alumina segundo a Platts para o ano de 2015 fora de US\$ 301 por mt. No entanto, no final do ano, o índice de preços de óxido de alumínio da Platts estava próximo a US\$ 200 por mt.
- 2016:** As importações chinesas de alumina totalizaram 3,0 milhões de toneladas em 2016, uma redução de 35% em comparação com 2015, uma vez que havia uma

tensão comercial entre China e Estados Unidos e as fundidoras de alumínio chinesas responderam às políticas de "reformas do lado da oferta" implementada no final de 2015. De acordo com essa política, os fabricantes de alumínio foram obrigados a reduzir a produção e adiar novas startups. A oferta causada pela baixa importação Chinesa está associada a diminuição do preço da commodity. A produção de alumina para o ano fora de alta, com Alunorte (NorskHydro) atingindo a produção recorde. O índice Platts de alumina começou o ano de 2016 em torno de US\$ 199 por tonelada e estava próximo a US\$ 350 por tonelada no final do ano, sendo a média para o período de US\$255, 16% menor que o ano anterior.

- **2017:** As importações chinesas de alumina totalizaram 2,9 milhões de toneladas em 2017, uma queda de 5% em relação a 2016, o excesso de capacidade no mercado fora da China supriu a demanda. O aumento dos custos externos de fornecimento de alumina associado ao aumento dos preços das matérias-primas, aumento do consumo de matérias-primas contribuiu para o preço médio da alumina ter aumentado significativamente no ano de 2017. O índice de preços de alumina da Platts começou 2017 em US\$ 349 por mt, variando de US\$ 272 a US\$ 484 por mt durante 2017, terminando o ano em US\$ 389 por mt. Os preços tiveram uma média de US\$ 355 por mt no ano, um aumento de 40% em relação a 2016.
- **2018:** Após o embargo à produção na refinaria Alunorte, o mercado mundial de alumina fora da China ficou em déficit em 2018. O déficit foi compensado pelas exportações líquidas de alumina chinesa de 0,95 milhão de toneladas, com 0,51 milhões de importações compensadas por 1,46 milhão de exportações. Tradicionalmente, a China é importadora de alumina, e com o cenário acredita-se que ela se tornou exportadora a fim de manter os preços da alumina a níveis mais baixos do que ela poderia chegar. O índice de preços de alumina da Platts começou 2018 em US\$ 389 por mt, e foi volátil ao longo do ano, com uma baixa de US\$ 357 por mt, uma alta de US\$ 710 por mt, terminando o ano em US \$ 408 por mt. Os preços atingiram uma média de US \$ 474 por mt em 2018, um aumento de 34% em comparação a 2017.

- **2019:** A parcial normalização produtiva da Alunorte, maior produtora do Brasil, conduziu os preços ao declínio considerável. O índice para preços de alumina começou o ano em US\$ 395 por mt, variando de US\$ 275 - 418 por mt durante 2019, terminou o ano em US \$ 275 por mt. O índice de preços permaneceu acima de US\$ 350 por mt até o embargo à produção da Alunorte, finalizado em maio. O declínio ocorreu de forma constante até finalizar o ano em baixa, US\$ 275 por mt. O índice de preços de alumina da Platts teve uma média de US \$ 331 por mt no ano, uma queda de 30% em relação a 2018.

3 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÕES

3.1 INSUMOS PRODUTIVOS:

3.1.1 Bauxita

A bauxita é uma mistura de óxidos de alumínio desempenhando o papel de fonte natural da alumina. A Rocha apresenta conteúdo metálico de aproximadamente 40% de alumina (Al_2O_3). A bauxita é classificada em dois tipos principais: branca e vermelha. A bauxita branca contém cerca de 2 a 4% de ferro, já a bauxita vermelha atinge 25%. A rocha é normalmente composta por uma mistura impura de minerais de alumínio sendo os mais importantes a Gibbsita $Al(OH)_3$, Diásporo $AlO(OH)$ e a Boehmita $AlO(OH)$. Em geral, a bauxita gibbsítica é preferida, pois pode ser degradada em temperaturas e pressões mais baixas do que as bauxitas boemíticas ou diaspóricas. A maioria das bauxitas ocorre dentro de uma crosta laterítica formada por intenso clima tropical, como depósitos de manta próximos à superfície. De acordo com o *International Aluminium Institute* (IAI), as reservas mundiais de bauxitas estão distribuídas nas regiões tropical (57%), mediterrânea (33%) e subtropicais (10%).

A bauxita é tipicamente extraída de minas a céu aberto e processada em refinarias próximas ou transportada para refinarias distantes, pois pode adicionar custos logísticos substanciais à produção de alumina. Cerca de 80% do refinamento de alumina fora da China é baseada em minas de bauxita integradas. Na China, aproximadamente 65% do refino de alumina é baseado em fontes integradas.

A produção anual de bauxita é superior a 350 milhões de toneladas. Cerca de 95% da produção é utilizada na obtenção da alumina, pelo processo Bayer. Não obstante, a percentagem relativamente pequena (5%) da bauxita não metalúrgica constitui ainda uma

quantidade significativa, que, após calcinação, é aplicada na manufatura de abrasivos, refratários, cimento, entre outros. A alumina para obtenção de produtos químicos não passa pelo processo de calcinação.

Em termos de reservas, o Brasil ocupa a terceira posição na classificação mundial, com cerca de 3,52 bilhões de toneladas (reservas medidas, indicadas e inferidas). Há predominância nas reservas brasileiras das bauxitas de grau metalúrgico (83,7%), utilizadas na produção de alumínio primário. As reservas restantes correspondem às de bauxita de grau não metalúrgico (Mártires, 2001).

Austrália, China, Guiné e Brasil responderam por mais de 80% da produção global de bauxita de 370 milhões de toneladas em 2019 (NorskHydro, 2019). Com base nos dados fornecidos pela Alcoa Corporation, para se produzir uma tonelada de alumina são necessários de 2,2 a 3,6 toneladas de bauxita.

i. Oferta

a) Global

Segundo a USGS, em 2020, a produção global de bauxita no ano de 2019 fora de 370 milhões de toneladas. Austrália dominando a produção com 100 milhões de toneladas, seguido por Guiné 82 milhões de toneladas, China com 75 milhões de toneladas e Brasil com 29 milhões de toneladas. A Tabela 3 apresenta os onze maiores produtores da commodity e o resto da produção global em mil toneladas.

Tabela 3: Produção bauxita e reservas por país

	2018	2019	Reservas
Austrália	86.400	100.000	6.000.000
Brasil	29.000	29.000	2.600.000
China	79.000	75.000	1.000.000
Guiné	57.000	82.000	7.400.000
Índia	23.000	26.000	660.000
Indonésia	11.000	16.000	1.200.000
Jamaica	10.100	8.900	2.000.000
Malásia	500	900	110.000
Rússia	5.650	5.400	500.000
Arábia Saudita	3.890	4.100	200.000
Vietnam	4.100	4.500	3.700.000
Outros países	17.000	15.000	5.000.000
Total global	327.000	370.000	30.000.000

* Em mil toneladas

Fonte: adaptado de *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2020)*

Recursos mundiais: estima-se que os recursos de bauxita sejam de 55 a 75 bilhões de toneladas, na África (32%), Oceania (23%), América do Sul e Caribe (21%), Ásia (18%) e outros (6%).

A Figura 8 apresenta a produção global da bauxita. É possível observar o aumento de 37% da produção entre 2016 a 2019 que se deu ao fato do aumento da produção da alumina e conseqüentemente do alumínio, além de novos fornecedores, como a Guiné, que em 2016 produzia 19.700 mil toneladas de bauxita contra 82.000 mil toneladas de bauxita. Um crescimento de 416%.

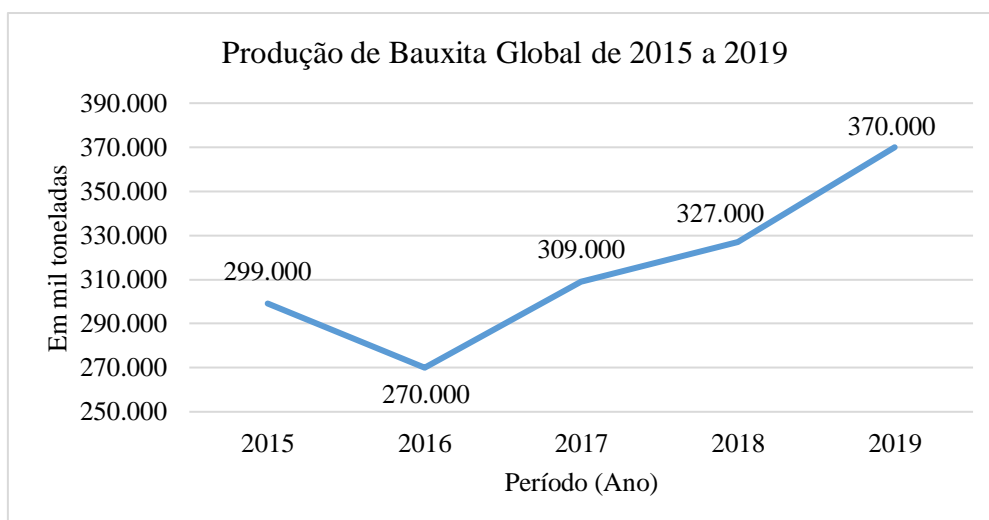


Figura 8: Produção de Bauxita Global de 2015 a 2019

Fonte: adaptado de *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2020)*

b) Brasil

A produção brasileira de bauxita esteve estável entre os anos de 2016 e 2017, com uma queda de apenas 2,6%. Em 2018 pode-se observar uma queda de 16,0%, isso ocorreu devido aos embargos colocados na produção da Norsk Hydro Brasil Ltda, que fez com que sua produção reduzisse à 45,6%.

Um fator importante a ser observado na Tabela 4, é que os maiores produtores de alumina, NorskHydro e Alcoa Alumínio S.A., possuem suas próprias minas de bauxita. Isso torna o processo de fabricação economicamente mais viável e prático.

Tabela 4: Estatísticas brasileiras de bauxita
Bauxita no Brasil (em 1000 toneladas)

Descrição	2016	2017	2018
Suprimento	39.449,30	38.405,80	32.096,10
Produção	39.244,20	38.072,10	32.006,90
Alcoa Alumínio S.A.	6.232,40	6830,7	7164,4
Companhia Brasileira de Alumínio	1.959,30	2.045,60	2.074,50
MRN- Mineração Rio do Norte S.A.	18.202,00	16.279,60	14.456,60
Norsk Hydro Brasil Ltda	11.132,20	11.435,20	6.214,40
Outros	1.718,30	1.481,00	2.097,00
Importações	205,10	333,70	89,20
Consumo Doméstico	28.014,70	28.709,80	22.046,70
Usos metálicos	26.502,70	27.025,80	22.046,70
Outros Usos	1.512,00	1.684,00	2.362,00
Exportações	10.449,80	8.969,70	8.416,40

Fonte: adaptado de ABAL (2019)

ii. Demanda

a) Global

De acordo com o The Bauxite Index, houve um aumento de aproximadamente 75% nas importações entre os anos de 2006 e 2011. A demanda por bauxita cresceu pelo aumento na produção de alumina e alumínio consequentemente.

Um total de US\$9.588.535.696,00 foram importados em 2017. De acordo com os dados fornecidos pelo *World Trade Organization* (WTO), de 2013 a 2017 os maiores importadores de bauxita estiveram, em sua maioria, entre China (sempre na liderança), Europa e Estados Unidos vide Tabela 5.

Entre os anos reportados pelo WTO, mostrados na Tabela 5, a média das importações da China em comparação ao mundo foi de 63%, ou seja, a China é o mais influente no mundo das importações de bauxita. Uma vez que o país decide reduzir as

importações, é possível que haja um impacto no preço de exportações da commodity. Os países que mais poderiam ser afetados incluem a Austrália, Indonésia, Malásia e Índia além disso, recentemente reportado pela NorskHydro (2019), a Guiné que tem se tornado grande exportadora de bauxita para China.

Tabela 5: Maiores importadores de Bauxita no mundo em % das importações globais

Maiores importadores de bauxita no mundo em % das importações globais									
	2013		2014		2015		2016		2017
China	68%	China	48%	China	63%	China	65%	China	71%
Eropa	13%	Europa	19%	Europa	16%	Europa	16%	Europa	15%
EUA	7%	EUA	9%	EUA	8%	EUA	5%	Ucrânia	4%
Ucrânia	3%	Reino de Bahrain	8%	Ucrânia	4%	Ucrânia	4%	EUA	4%
Canadá	2%	Ucrânia	4%	Canadá	3%	Índia	3%	Canadá	3%
Outros	7%	Outros	12%	Outros	7%	Outros	6%	Outros	4%

Fonte: World Trade Organization (2020)

Na Tabela 6, se encontram os maiores importadores de bauxita no mundo e a



Figura 9 ilustra o fluxo destas importações e exportações fornecidos pelo *The Bauxite Index*. O mapa mesmo que desatualizado mostra como a China e os Estados Unidos sempre foram grandes dependentes de importação de bauxita, e com dados recentes de importação é possível observar que este cenário permanece.

Tabela 6: Maiores importadores de bauxita

Nação	2006	2007	2008	2009	2010	2011
China	9,26	23,28	25,93	19,80	30,36	45,24
EUA	11,60	11,79	12,47	7,92	7,32	9,47
Ucrânia	3,12	3,62	3,92	3,90	4,46	4,92
Irlanda	3,37	4,13	3,01	2,79	4,11	4,22
Canadá	3,29	3,34	3,56	2,30	3,37	3,20
Espanha	3,01	3,55	3,62	3,51	3,33	3,08
Alemanha	2,14	3,14	3,01	2,12	2,00	2,44
França	1,67	2,00	1,79	1,02	0,96	1,44
Japão	1,69	1,99	2,07	1,18	1,16	0,99
Azerbaijão	1,23	0,75	0,89	-	-	0,06
Itália	2,62	2,36	2,42	0,04	0,06	0,05
Total	42,99	59,56	62,69	44,58	57,15	75,10

*em milhões de toneladas

Fonte: adaptado de *The Bauxite Index*



Figura 9: Fluxo global de importações e exportações da bauxita 2011

Fonte: The Bauxite Index. Disponível em: < <https://thebauxiteindex.com/en/cbix/industry-101/bauxite-101/bauxite-trade> > Acesso em: 15 mai. 2020.

b) Brasil

A demanda brasileira da bauxita representou no ano de 2018, 68,9% da sua produção total. O Brasil possui reservas e operações suficientes para suprir sua demanda, e suas maiores produtoras de alumina NorskHydro e Alcoa S.A. possuem suas próprias minas e exportam o excedente de bauxita produzida. Conclui-se então que nessas operações os produtores normalmente estão mais preocupados com o preço de exportação

da bauxita excedente, para geração de lucros, que a bauxita como matéria prima da produção da alumina. É evidente observar que caso algum fator de risco afete a produção de forma a diminuí-la drasticamente, será um problema tanto para a operação das refinarias (que irá faltar a matéria prima principal) quanto para a geração de lucros através das exportações.

As exportações brasileiras totalizaram 26,3% da produção total de alumina no ano de 2018 (ABAL, 2018). Os maiores importadores de bauxita do Brasil são Canadá, China, Irlanda, Índia e Estados Unidos (COMEXSTAT, 2020). Como as exportações do Brasil representam em torno de $\frac{1}{4}$ da sua produção total, uma queda de importação tanto do Canadá quanto da China poderia afetar diretamente o preço da commodity o que afetaria o fluxo de caixa das empresas exportadoras da commodity que são também as produtoras de alumina.

iii. Preços

- **Preço histórico de Importação Americana da Bauxita**

Os principais fatores de custo da bauxita são mão de obra, manutenção/consumíveis, eletricidade e combustível para equipamentos de mineração. Eles representam cerca de 75% do custo caixa das atividades de mineração. O trabalho, o maior fator de custo, responsável por cerca de 30%, é influenciado pelos níveis salariais brasileiros e pela evolução da produtividade. Manutenção/consumíveis são influenciados pela inflação e eficiência operacional (ABAL, 2019).

Segundo a USGS (2019), o preço de importação da Bauxita para os Estados Unidos (terceiro maior importador), tem se mantido relativamente estável entre os anos de 2017 e 2019, em torno de USD 31. Como as operações brasileiras custam em real, e a moeda tem se mostrado cada vez mais desvalorizada frente ao dólar americano, conclui-se que está cada vez mais barato produzir bauxita para exportação, com a geração de lucros americanos cada vez mais altos. A Figura 10 mostra a pequena oscilação de preço por tonelada entre os anos de 2013 e 2019.

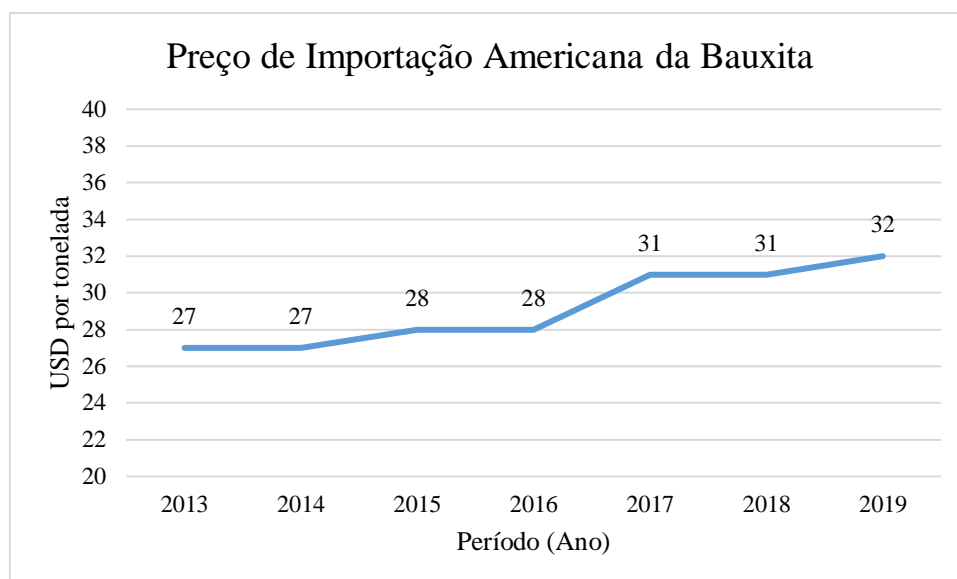


Figura 10: Preço de Importação Americana da Bauxita
 Fonte: adaptado de USGS (2020)

3.1.2 Soda Cáustica

A produção de soda cáustica se dá pelo processo industrial de cloro e álcalis por eletrólise e pode ocorrer com o uso de três tecnologias: célula de diafragma, célula de mercúrio e célula de membrana. Os produtos obtidos são o cloro (Cl_2), a soda cáustica (NaOH) ou a potassa cáustica (KOH) e o hidrogênio (H_2).

Na produção de alumina, a soda cáustica é utilizada na primeira etapa do refino. A dissolução do óxido de alumínio hidratado ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$) em solução de soda cáustica separa o minério de contaminantes. Como não é dissolvido todos os elementos, obtemos uma solução de soda e alumina como produto da primeira parte do processo.

O maior mercado de soda cáustica é a produção de alumina, qual representou aproximadamente 18% do consumo global em 2018. Outros mercados significativos incluem a produção de produtos químicos orgânicos e inorgânicos, têxteis, celulose e papel. Em geral, a demanda de soda cáustica é também impulsionada pelo setor manufatureiro.

Como observado, a soda é uma matéria prima de grande importância na produção do óxido de alumina uma vez que é responsável pela separação primária do minério. Com

base nos dados fornecidos pela Alcoa Corporation (2018), para se produzir uma tonelada de alumina são necessários de 60 a 115 kg de soda cáustica.

i. Oferta

a) Global

A produção de soda cáustica no mundo em 2019 foi de aproximadamente 88,5 milhões de toneladas. Estados Unidos da América e Europa são os principais produtores. Já os maiores compradores estão entre os países asiáticos. (Alcoa, 2019).

O comércio internacional da soda cáustica movimentou 9,3 milhões de toneladas, o que representa 10,5% da produção total. Pode-se concluir então que a soda cáustica é um mercado em sua maioria regional, com sua exportação/importação limitada.

É esperado que o mercado asiático tenha um crescimento de aproximadamente 6%, como mostra a Figura 11. A tendência se fundamenta na Taxa de Crescimento Anual Composta (*Compound Annual Growth Rate – CAGR*) que se baseia em dados antigos de crescimento ou decréscimo. Sua fórmula é o valor final, dividido pelo valor inicial elevado a um dividido pelo tempo total menos 1, vide Equação 1 abaixo. Já o mercado Europeu é esperado que suba aproximadamente 3% sua produção seguindo a mesma linha de raciocínio.

$$CAGR = \left(\frac{v_{final}}{v_{inicial}} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad \text{Equação 1}$$

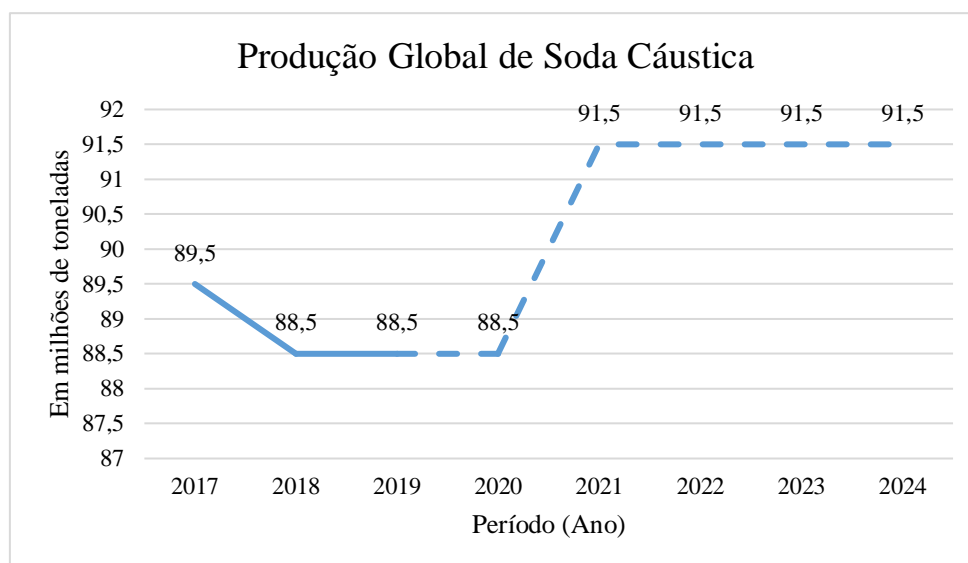


Figura 11: Produção Global de Soda Cáustica

Fonte: adaptado de *IHS Markit* (2020). Disponível em < <https://ihsmarkit.com/products/chlorine-sodium-chemical-economics-handbook.html> > Acesso em: 18 de mai. 2020.

b) Brasil

A produção de cloro-álcalis no Brasil fora de 2,3 MT em 2018, representando 2,6% da produção global. Já a produção de soda cáustica no Brasil no mesmo período fora de 1,2 MT, como pode-se observar na Figura 12. Na região da América do Sul a maioria dos fornecedores é doméstico, e isso faz com que a competitividade interna aumente, sendo um fator positivo para os compradores da commodity.

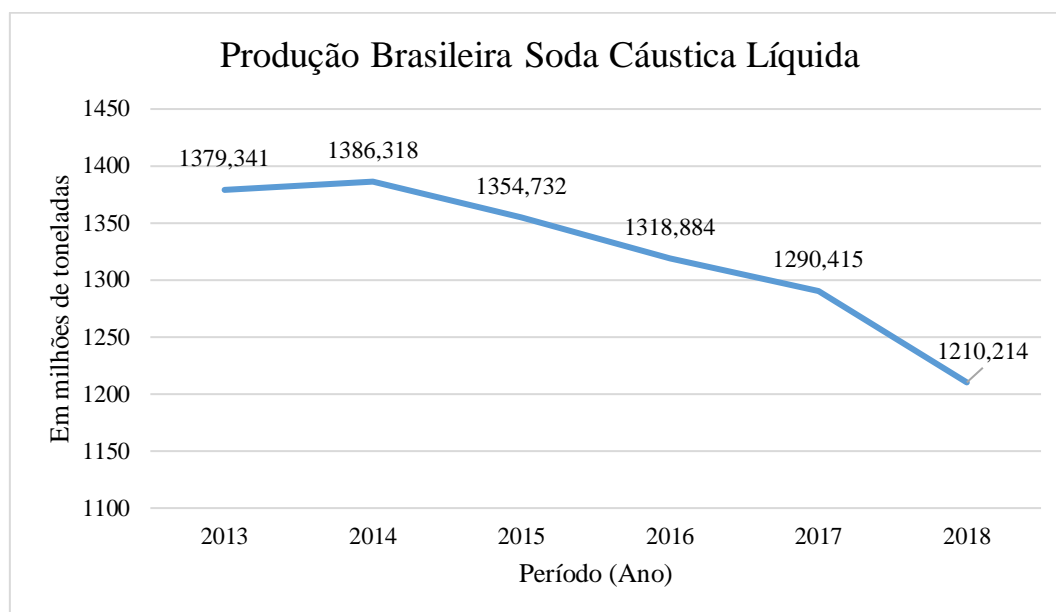


Figura 12: Produção Brasileira de Soda Cáustica Líquida
Fonte: adaptado de Abiclor 2019

A Tabela 7 apresenta um decréscimo na quantidade produzida de 2014 até 2018 apesar do percentual de venda interna permanecer estacionalizado.

Tabela 7- Produção e venda interna de Soda Cáustica

	Produção Brasileira Soda Cáustica Líquida (MT)	Venda Interna	%
2013	1.379,3	1.168,4	85%
2014	1.386,3	1.169,1	84%
2015	1.354,7	1.160,9	86%
2016	1.318,9	1.124,4	85%
2017	1.290,4	1.087,6	84%
2018	1.210,2	1.028,0	85%

Fonte: Abiclor (2019)

Como pode-se observar, grande parte da produção brasileira é destinado ao consumo doméstico. Como a indústria de papel e celulose não sofreu consideráveis mudanças, vide Figura 13, e o setor da alumina diminuiu sua produção nos períodos de 2017 a 2018, vide Figura 14, o mesmo aconteceu com a produção da soda cáustica. Isso

está correlacionado ao corte de produção da Norsk Hydro em 2018, a qual teve sua produção reduzida em 50%, diminuindo sua produção de alumina e consequentemente o consumo de soda.

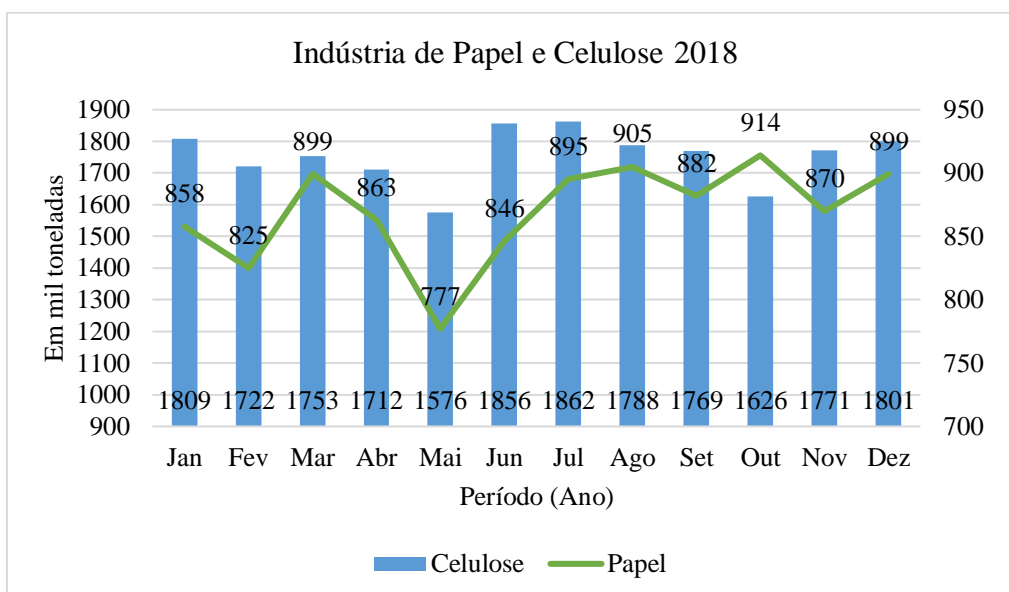


Figura 13: Indústria de Papel e Celulose 2018
Fonte: adaptado de Abiclor (2019)

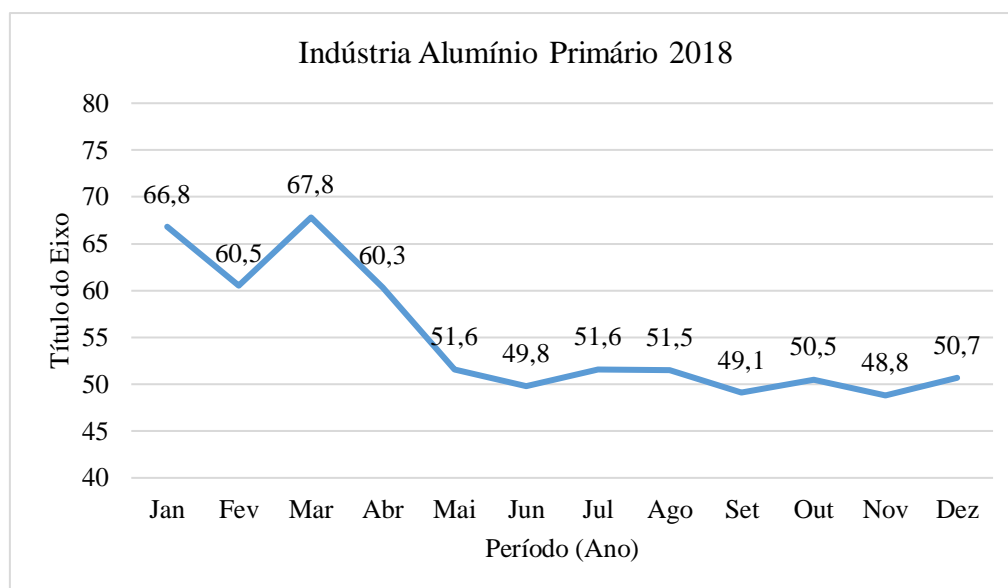


Figura 14: Indústria Alumínio Primário 2018
Fonte: adaptado de Abiclor (2019)

ii. Demanda

a) Global

A demanda global por cloro-álcalis em 2019 fora de aproximadamente 82 milhões de toneladas. O que representa um superávit no balanço global e demonstra estabilidade da demanda global para essa commodity. A demanda pela soda cáustica tem apresentado um comportamento crescente dentre os anos de 2017 a 2019. A perspectiva futura segue

a mesma tendência. A Figura 15 ilustra os dados históricos e as previsões da demanda da commodity entre os anos de 2017 e 2024.

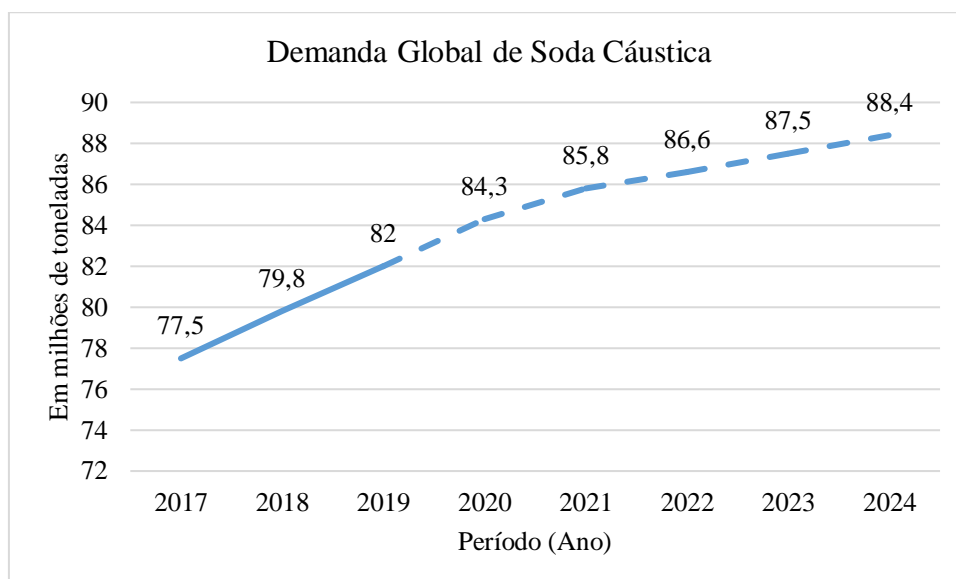


Figura 15: Demanda Global de Soda Cáustica
Fonte: Adaptado de IHS Markit (2019)

A Figura 16 apresenta em porcentagem os maiores consumidores de soda cáustica segundo o IHS. Em 2018 são eles: China com 53,9%, Oeste Europeu com 16,2% e Estados Unidos com 12,5%. O domínio chinês era esperado, pois é o maior produtor de alumina em um processo produtivo em que a demanda da soda caustica é regional.

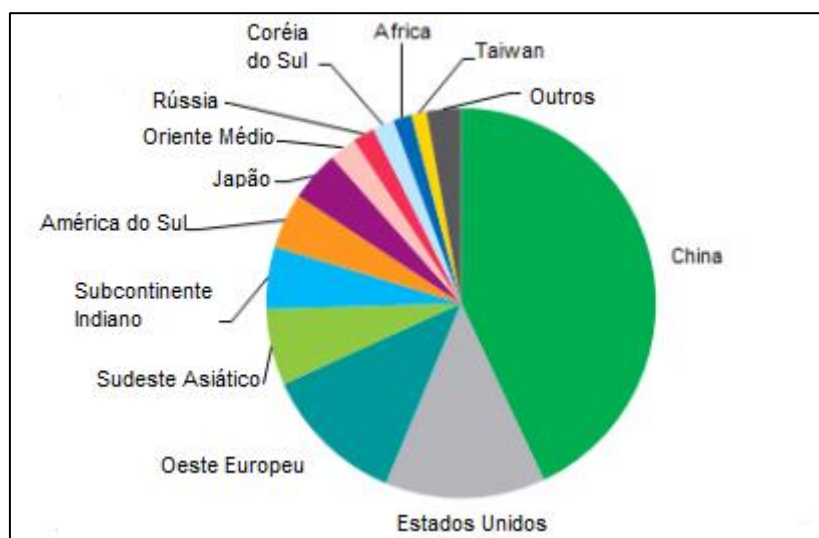


Figura 16: Consumo global de soda cáustica em 2018
Fonte: adaptado de *IHS Markit* (2019)

Como a comercialização da soda não é relevante no mercado global, a melhor estratégia a ser feita é observar o mercado doméstico: oferta, demanda e consequentemente, preços.

b) Brasil

Como demonstrado previamente, 85% da produção total de soda brasileira é vendida para seu mercado interno. No país, os cinco maiores setores da segmentação do consumo da produção nacional são a indústria de papel e celulose com 39%, a indústria química e petroquímica com 26%, a distribuição com 16%, a indústria do alumínio com apenas 5% e outros com 8%.

Um fato a ser observado na Figura 17 é que por mais que o alumínio represente apenas 5% do consumo total por segmento, quando houve o corte na produção da Alunorte (Norsk Hydro), a produção da soda cáustica brasileira foi afetada. Conseqüentemente o seu consumo também decresceu, caindo 19,9% de 2017 para 2018 (Abiclor, 2018).

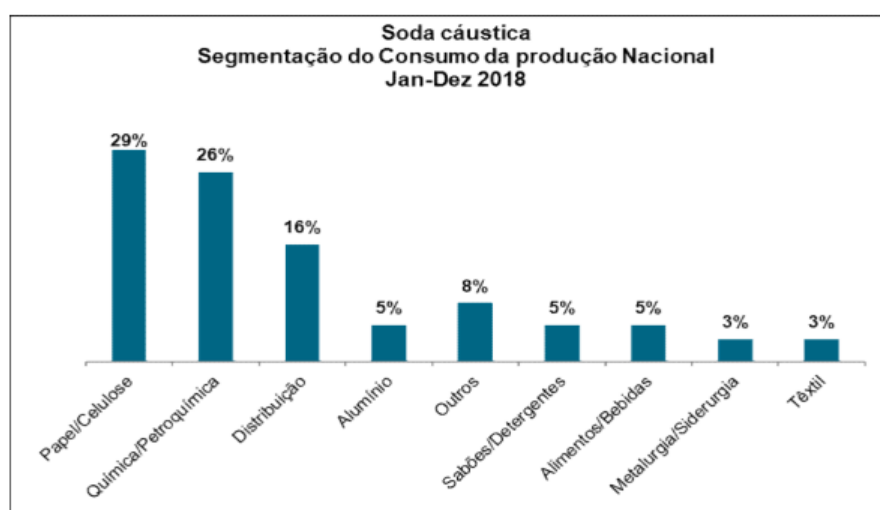


Figura 17: Setores brasileiros de consumo de soda cáustica

Fonte: Abiclor 2019. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/wp-content/uploads/2019/07/Abiclor-Relatorio-Estatistico-2018.pdf>> Acesso em 8 de abr. 2020.

iii. Preços

Com a produção reduzida, os preços de importação de soda cáustica aumentaram entre 2017 e 2018 cerca de 22%, como mostrado na Figura 18. O fato é compreensível pela lei da oferta e procura, pois, com a queda da produção brasileira os preços de importação ascenderam.

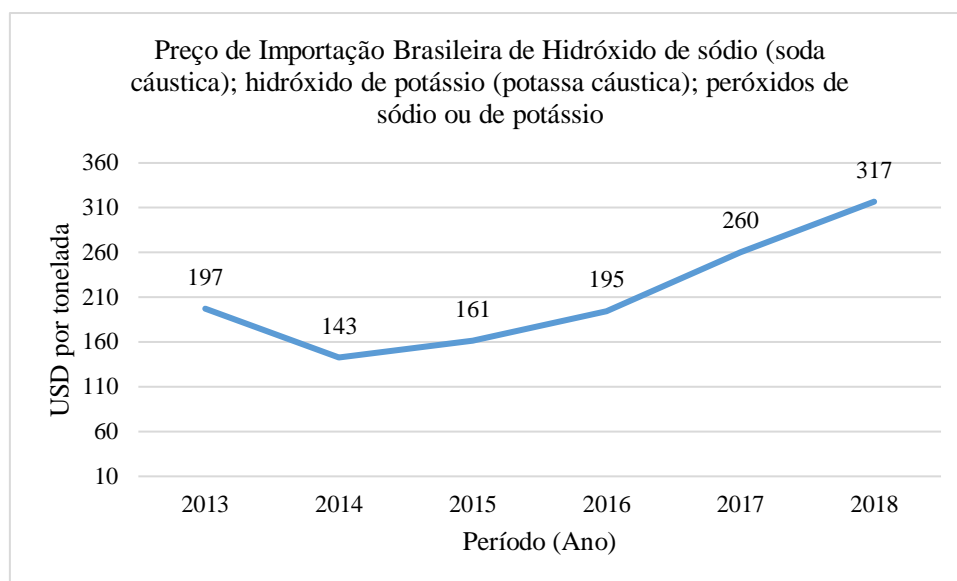


Figura 18: Preço de Importação Brasileira de Hidróxido de Sódio
Fonte: COMEXSTAT (2020)

3.1.3 Eletricidade

A energia representa cerca de 30% dos custos totais para a produção da alumina. Entre as fontes de energias podem ser utilizados o óleo combustível, eletricidade, carvão e em algumas regiões fora do Brasil gás natural.

Empregando o processo Bayer, a alumina é refinada do minério de bauxita. Este processo exige quantidades substanciais de energia elétrica. A energia elétrica é responsável por aproximadamente 20% dos custos totais de produção de refino de alumina (Alcoa Corporation, 2018) e (NorskHydro, 2019).

i. Oferta E Demanda

A eletricidade é uma commodity de mercado regional, portanto a análise será fundamentada no Brasil. Especificamente as duas maiores produtoras de alumina no Brasil: Norsk Hydro e Alcoa Alumínio S.A.

a) Norsk Hydro

A Tabela 8 quantifica de diversificadas formas o uso da energia elétrica na empresa NorskHydro, a mesma possui uma produção de energia elétrica nominal de 10,000 TWh fornecida por hidrelétricas. O consumo total de energia (incluindo combustíveis e eletricidade) na empresa no Brasil foi de 17,083 TWh, representando 35,4% da energia dos países em que a NorskHydro se encontra.

Do montante total considerando o Brasil, 9,884 TWh foi eletricidade, da parcela utilizada na eletricidade 2,022 TWh foram destinados à cadeia de bauxita e alumina.

Considerando que para produzir 1 tonelada de Alumina consome-se 0,23 MWh é possível estimar o consumo para a produção de 4,5 milhões de toneladas da NorskHydro em 2019. O consumo de eletricidade foi de aproximadamente 1,035TWh.

Apenas 11,9% da energia total consumida pela empresa é destinada diretamente à produção de alumina. Considerando o consumo de energia, a commodity é de mais baixo custo quando comparada ao alumínio primário, que consome 3,2 vezes mais energia elétrica que a alumina pelo processo eletrolítico. Por esse mesmo motivo, mesmo com o corte de 50% na produção brasileira de alumina em 2018, o consumo de energia no total obteve um decréscimo de apenas 13%, mas interessante observar que o consumo de óleo combustível obteve um decréscimo considerável de 51%.

Tabela 8: Energia total consumida na NorskHydro de 2015 a 2019

Consumo de energia por fornecedor de energia - atividades consolidadas					
PJ	2019	2018	2017	2016	2015
Carvão	13,4	13,2	15,2	15,2	13,5
Coque	17,3	17,3	18,5	18,7	18,5
Eletricidade	100,4	98,3	103,7	104,3	100,4
Gasolina	-	0,1	0,1	0,2	0,4
Gás natural	16,3	16,5	16,8	16,3	16
Gás natural líquido	1,9	1,8	1,6	1,8	1,6
Óleo combustível	19,1	15	30,7	30,9	30,7
Outros	5,1	4,3	4,5	4,5	4,4
Energia total consumida em PJ	173,5	166,4	191,3	192	185,6
Energia total consumida em TWh	48,2	46,2	53,1	53,3	51,5

Consumo de energia por setor - atividades consolidadas					
PJ	2019	2018	2017	2016	2015
Bauxita e Alumina	35,5	30,2	48,2	48,9	46,4
Eletrólise/carbono/fundição	116	114	120,7	121,2	117,6
<i>Remelters</i>	2,4	2,6	2,7	2,6	2,5
Produtos Laminados	4,2	4	4,3	4,3	4,3
Soluções extrudadas	15,2	15,4	15,1	14,7	14,6
Outros	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Energia total consumida em PJ	173,5	166,4	191,3	192	185,6

Consumo de energia por país - atividades consolidadas					
PJ	2019	2018	2017	2016	2015
Brasil	61,5	54	81,3	81,2	78,3
Alemanha	15,4	16,6	16,9	16,8	16,5
Noruega	67,5	66,7	64	65,5	62,6
Eslováquia	12,8	12,5	12,5	12,5	12,3
Outros	16,2	16,5	16,6	16,1	15,9
Energia total consumida em PJ	173,5	166,4	191,3	192	185,6

Fonte: adaptado de NorskHydro (2020)

b) Alcoa Alumínio S.A.

A Alcoa Corporation por sua vez, reportou em 2018 que possui uma capacidade de geração de energia elétrica no Brasil de $3,9 \times 10^6$ MWh. Essa capacidade conta com as hidrelétricas de Barra Grande (em que possui participação de 42,2%), Estreito (em que possui participação de 25,5%), Machadinho (em que possui participação de 25,8%) e Serra do Falcão (em que possui participação de 34,9%).

Observando a capacidade consolidada da Alcoa nas empresas em que possui participação, o total a ser fornecido à Alcoa no ano de 2018 fora de 492 MW. Barra Grande com total de 156 MW, Estreito com 157 MW, Machadinho com 119 MW e Serra do Falcão com 60 MW.

Como o consumo de eletricidade para produção de uma tonelada de alumina é entre 0,2-0,26 MWh, e no ano de 2018 fora produzido 2,07 milhões de toneladas pela Alcoa (Brasil) o consumo de energia para a produção foi de 0,5 MWh.

A Tabela 9 estabelece a capacidade de geração de eletricidade e a geração real das hidrelétricas nas quais a Alcoa possui participação acionária.

Tabela 9: Capacidade e geração de energia disponibilizadas à Alcoa Corporation

País	Hidrelétrica	Capacidade consolidada da Alcoa Corporation (MW)²	Geração de Energia em 2018 (MWh)²
Brasil	Barra Grande	156	1.331.520
	Estreito	157	1.431.304
	Machadinho	119	956.682
	Serra do Falcão	60	185.813
Canadá	Manicouagan	133	1.160.854
Suriname	Afobaka	189	1.004.475
Estados Unidos da América	Warrick	657	3.446.084
TOTAL		1.471	9.516.732

Fonte: adaptado de Alcoa Corporation (2019)

Importante ponto a ser observado é que atualmente a Alcoa gera muito mais energia do que consome em suas operações no Brasil, vendendo o excesso de energia gerada das hidrelétricas brasileiras em que possui participação, para o mercado. Isso acontece desde maio de 2015 em que as unidades de redução (produtoras do alumínio primário) de Poços de Caldas (MG) e São Luís (MA) foram desativadas reduzindo drasticamente o consumo de energia elétrica da empresa por não mais produzir alumínio

primário (atividade eletrointensiva que consome quantidades substanciais de energia elétrica).

ii. Preços

A Tarifa de Energia Elétrica no Brasil é calculada considerando variados fatores, como a infraestrutura de geração, transmissão e distribuição, bem como fatores econômicos de incentivos à modicidade tarifária e sinalização ao mercado.

O preço da energia elétrica possui um histórico de aumento. A previsão futura é que as tarifas de energia não diminuam, pela situação desfavorável da economia brasileira, uma vez que o PIB brasileiro reportado para o ano de 2020 fora de 0% (Boletim Focus, 2020).

Esse fator cria um cenário desfavorável para as indústrias que dependem de energia elétrica do mercado externo para abastecer as refinarias especialmente porque quantidade de eletricidade utilizada é substancial, como previamente demonstrado. Os preços da energia elétrica no Brasil, sem os impostos embutidos, podem ser observados na Tabela 10.

A Tabela 11 mostra que entre 2014 e 2015, o preço da tarifa média industrial teve um aumento de 50,1%. Esse aumento fez com que a Alcoa Alumínio S.A. parasse de produzir alumínio e continuasse com a produção apenas da alumina (que consome 3,2 vezes menos energia), pois dependia de energia elétrica de fontes externas para produção de alumina e alumínio primário. Produzindo apenas o óxido de alumínio, restou energia remanescente das hidrelétricas que possui participação – este excesso de energia que não é consumida pela empresa é vendido para o mercado.

Tabela 10: Preço de energia elétrica no Brasil

Tarifas médias por região (R\$/MWh)					
	2014	2015	2016	2017	2018
Média Brasil	276,97	395,04	419,15	421,95	475,2
Norte	303,53	373,04	419,76	477,74	533,09
Nordeste	269,07	340,06	367,45	394,89	452,05
Sudeste	282,22	413,05	441,67	431,77	481,66
Sul	264,28	409,41	415,39	403,28	456,47
Centro-Oeste	273,63	398,08	419,38	426,95	489,36

Fonte: adaptado de Aneel (2019)

Tabela 11: Preço de energia elétrica no Brasil por setor

Tarifas médias por classe de consumo (R\$/MWh)

	2014	2015	2016	2017	2018
Residencial	305,35	427,89	454,33	453,47	511,7
Industrial	249,01	374,93	392,94	397,12	451,66
Comercial	293,07	415,67	444,78	446,68	504,10
Rural	202,56	293,43	307,13	313,7	348,71
Poder Público	305,97	421,51	455,18	457,91	516,23
Iluminação Pública	178,87	252,50	259,36	267,98	307,00
Serviço Público	219,89	327,70	344,49	345,95	385,86
Consumo Próprio	308,23	416,23	459,39	463,56	514,19

Fonte: adaptado da Aneel (2019)

A Figura 19 permite melhor visualizar a tendência de aumento nas tarifas de energia elétrica por região no Brasil.

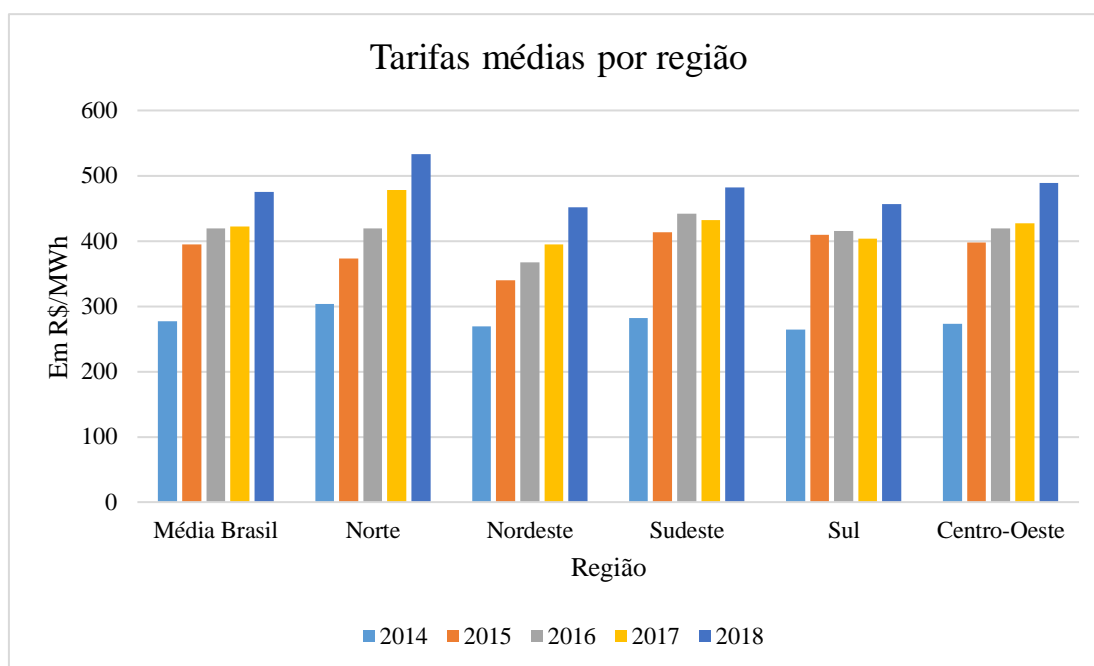


Figura 19: Tarifas médias por região

Fonte: adaptado da Aneel (2019)

3.1.4 Carvão

O carvão é uma das fontes de energia que pode ser utilizada na etapa final do processo Bayer como fonte de combustível. Essa etapa possui como objetivo aquecer a alumina hidratada (em torno de 150° celsius) para retirar a água, que se encontra em grande quantidade, e obter o óxido de alumínio puro, a alumina.

Segundo a NoskHydro, o carvão representa 2,7% do consumo total de energia da empresa no Brasil. Na geração de vapor das refinarias de alumina brasileiras, faz-se necessário de 6,2 a 12,2 GJ de geração de energia para 1 tonelada de alumina.

i. Oferta

a) Global

A produção total global de carvão em 2018 foi de 3916,8 MTOE (Megatonelada equivalente de petróleo), 4,3% maior que em 2017 (BP, 2019).

Apenas a produção chinesa representa 46,7% da produção mundial. O segundo maior produtor é os Estados Unidos da América com 9,3% seguido por Indonésia com 8,3%.

A Figura 20 apresenta a produção global de carvão em escala regional. O Pacífico Asiático, em primeiro lugar, detém 72,8% da produção mundial de carvão, enquanto a América do Norte detém 10,2% no segundo lugar e a Comunidade de Estados Independentes (CEI) detém 7%, terceiro lugar do ranking.

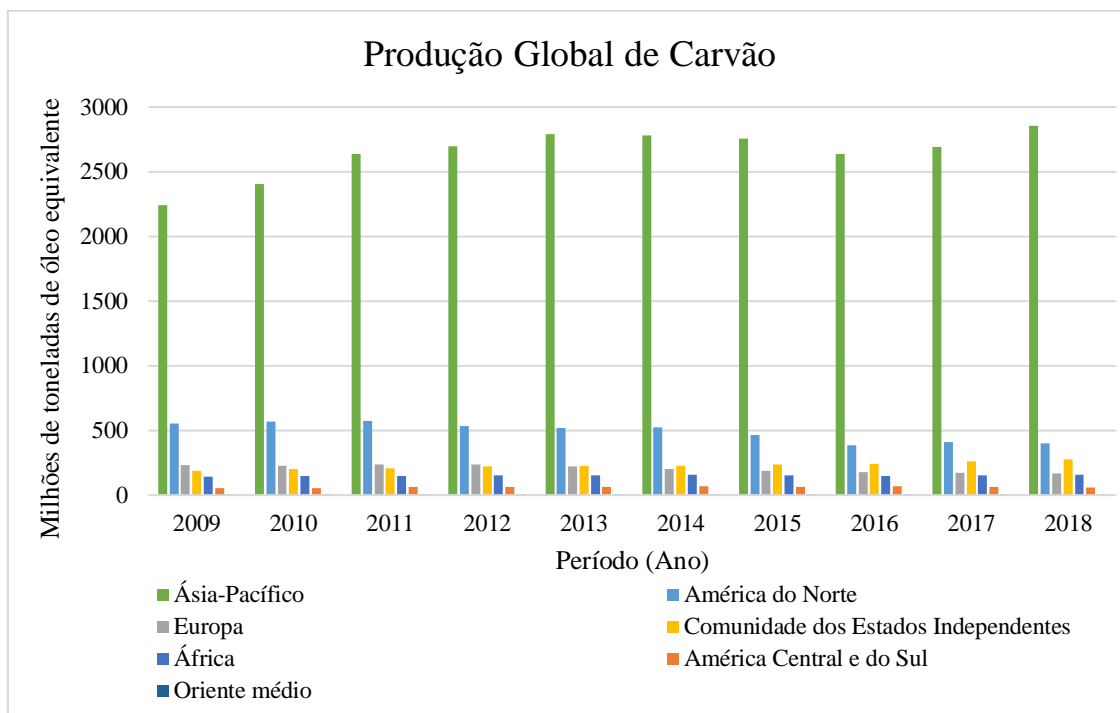


Figura 20: Produção Global de Carvão
Fonte: adaptado de BP (2019)

Considerando o fluxo de comercialização da commodity, os maiores fornecedores de carvão incluem Austrália (29,0%), Indonésia (25,7%) e Rússia (15,9%) da exportação total que totalizou 858,8 MTOE. Interessante observar que a China que detém a maior produção de carvão mundial, mas não exporta quantidades consideráveis uma vez que

consome quase todo carvão por ela produzido. A Figura 21 mostra o fluxo importação e exportação da commodity.

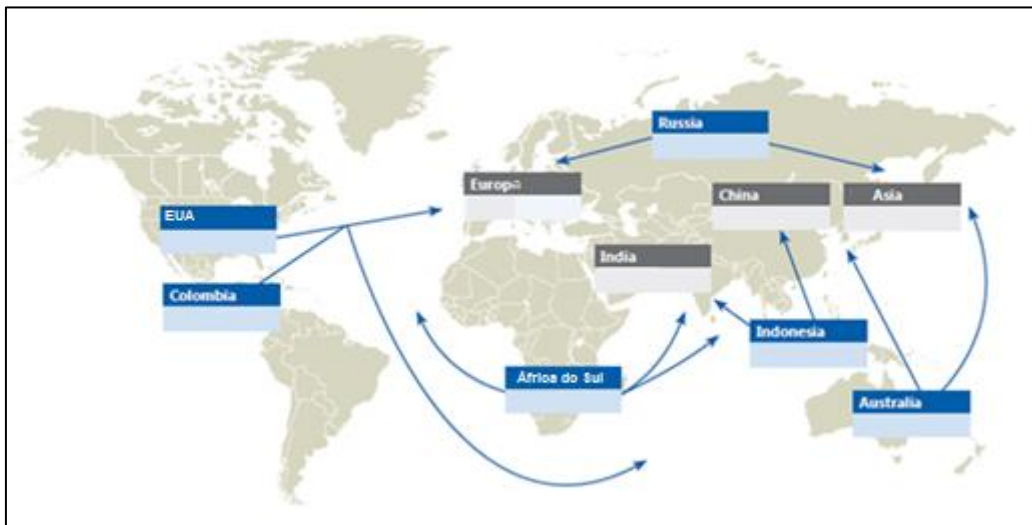


Figura 21: Fluxo de importações e exportações de carvão
Fonte: Alcoa (2019)

b) Brasil

A produção brasileira de carvão no ano de 2018 atingiu 1,2 MTOE representando menos de 1% da produção global total e apenas 1,2% da produção Sul Americana (60,4 MTOE). Por não possuir uma produção significativa e apenas deter reservas de carvão com especificações que não atendem os padrões de qualidade para o refino da bauxita, o Brasil é um grande importador da commodity. A Colômbia por sua vez, é grande produtora de carvão na América do Sul. Em 2018 deteve 95% da produção Sul Americana de carvão, totalizando 57.9 MTOE.

- **Produção de Carvão Colombiano**

A Figura 22 quantifica a produção colombiana em milhões de toneladas. Um fato a ser observado é que devido às chuvas torrenciais ocorridas durante os meados de 2018 a produção colombiana sofreu queda, conduzindo a subida vertiginosa dos preços do carvão. A Alcoa, grande compradora do carvão colombiano sofreu as consequências desse impacto.

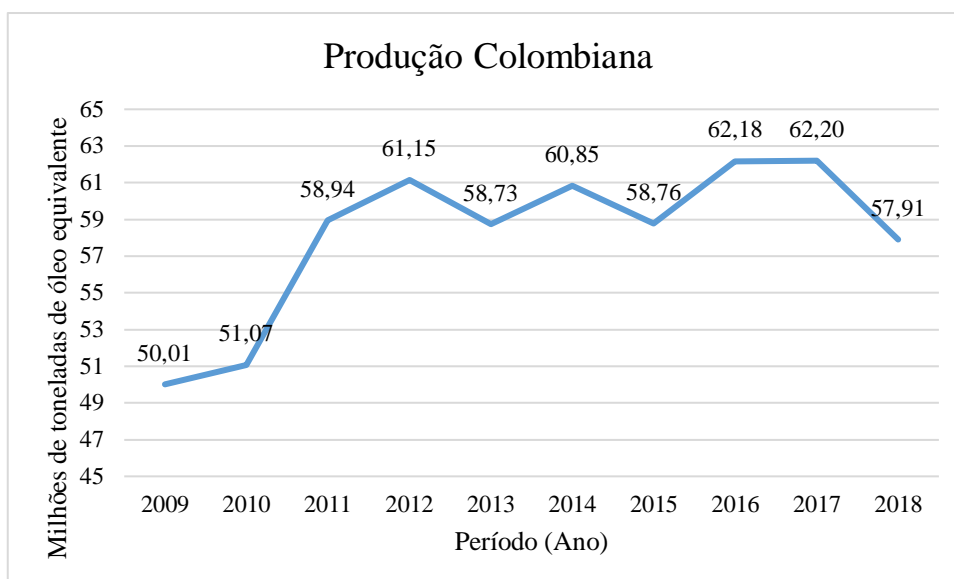


Figura 22: Produção Colombiana
 Fonte: adaptado de BP (2019)

ii. Demanda

a) Global

O consumo global total de carvão em 2018 foi de 3772,1 MTOE, 1,4% maior que em 2017 (BP, 2019). Somente a demanda chinesa representa 50,5% da demanda mundial. O segundo maior consumidor é a Índia com 12,0%, e em terceiro lugar, os Estados Unidos da América com 8,4%.

A Figura 23 quantifica em milhões de toneladas o consumo regional de carvão. Nesta escala, o maior consumidor é o Pacífico Asiático com 75,3% do consumo mundial de carvão, em segundo lugar a América do Norte com 10,2% e por fim, a Comunidade de Estados Independentes (CEI) detém 7% no terceiro lugar do ranking.

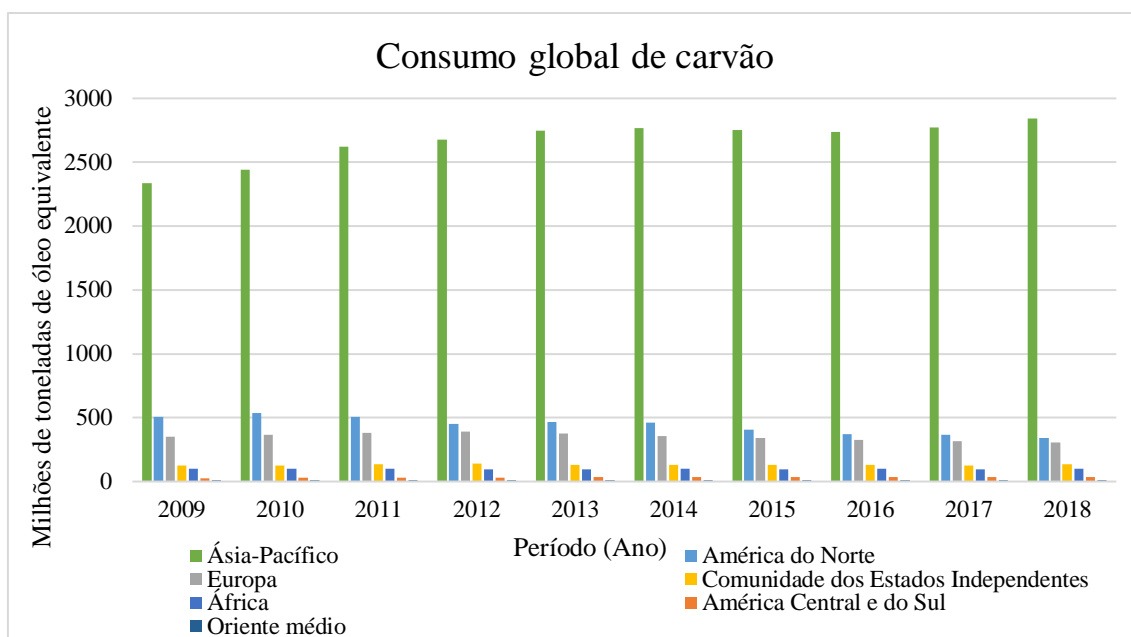


Figura 23: Consumo global de carvão
Fonte: BP (2019)

No âmbito de importações, o maior importador inclui Europa (17,4%) em patamar semelhante a China (17,1%) e Índia (16,5%) de um total de 858,8 MTOE. A América do Sul não possui um grande papel nas importações detendo apenas 3,1% do total.

b) Brasil

A demanda brasileira de carvão no ano de 2018 fora de 15,9 MTOE representando menos de 0,4% da demanda global total e 44,2% da demanda Sul Americana (36,0 MTOE). Como mencionado previamente, o Brasil importa carvão. O fato de o carvão colombiano atender as especificações brasileiras combinado ao fato de a América do Sul possuir o tratado de livre comércio, a importação do carvão colombiano se torna interessante. Na Figura 24, representada abaixo, mostra o histórico em toneladas de importação brasileira da Colômbia:

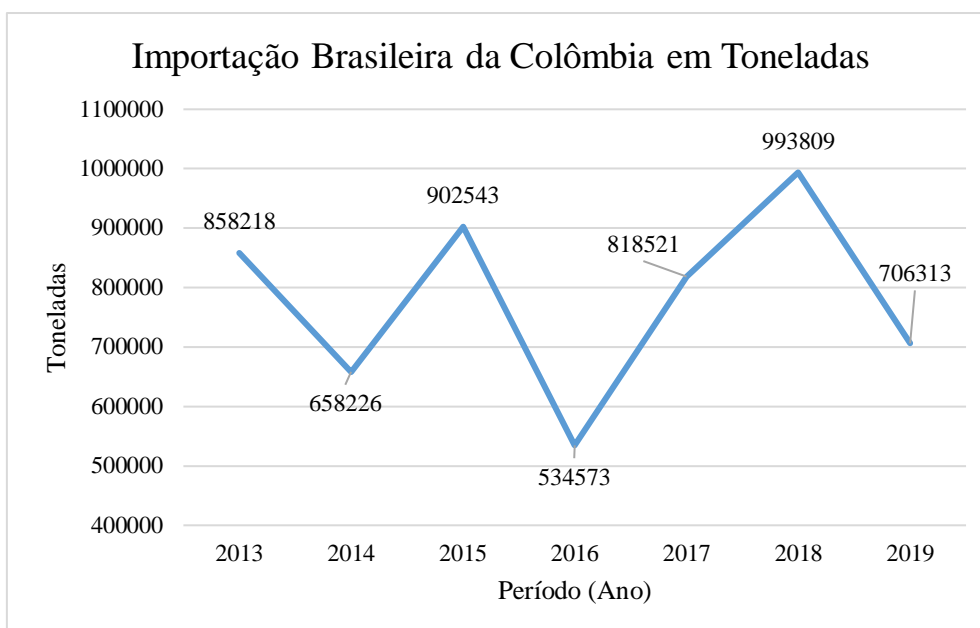


Figura 24: Importação Brasileira da Colômbia em Toneladas
Fonte: COMEXSTAT (2020)

Como pode-se observar, a importação de carvão colombiana é variável, podendo depender de vários fatores. Um fator na decisão de compra deste carvão é o preço. Se o carvão Russo ou Sul Africano estiverem com grandes estoques e conseqüentemente preço reduzido, vale a pena a importação dos mesmos se a soma de seus preços mais o frete estiver compensando e se a taxa de utilização do carvão escolhido for equiparada ao carvão colombiano.

iii. Preços

O índice utilizado para as estratégias no Brasil, normalmente é o mesmo índice utilizado pelas fornecedoras colombianas que precificam seu carvão baseado no índice CIF ARA (API 2). Este índice está relacionado a todo o carvão que chega no Noroeste Europeu pelos portos da Antuérpia, Rotterdam e Amsterdam (ARA). Quando os volumes de carvão que chegam nestes portos estão em alta, os preços tendem a cair, o contrário também acontece. Fatores climáticos ligados à Europa tendem influenciar na precificação do dado índice, uma vez que verões mais quentes e invernos rigorosos aumentam a utilização de carvão nas termelétricas.

O gás natural, grande substituto do carvão tem ganhado espaço no mercado Europeu (BP, 2020). E isso também que contribui para o preço do API 2 decrescer.

A correlação entre a alta dos preços em 2018 com o a queda na produção na Colômbia na mesma época do ano afetou os preços do carvão também. Isso impactou os compradores da América do Sul, principalmente Brasil e suas refinarias. Já o corte no uso

na Europa devido a variados fatores como uso do gás natural, inverno menos frio e verão ameno no ano de 2019 influenciou muito para a queda do índice, uma vez que grande parte do ano foi visto grandes estoques nos portos ARA. Esses fatos podem ser observados na Figura 25 com o preço histórico do carvão em questão.

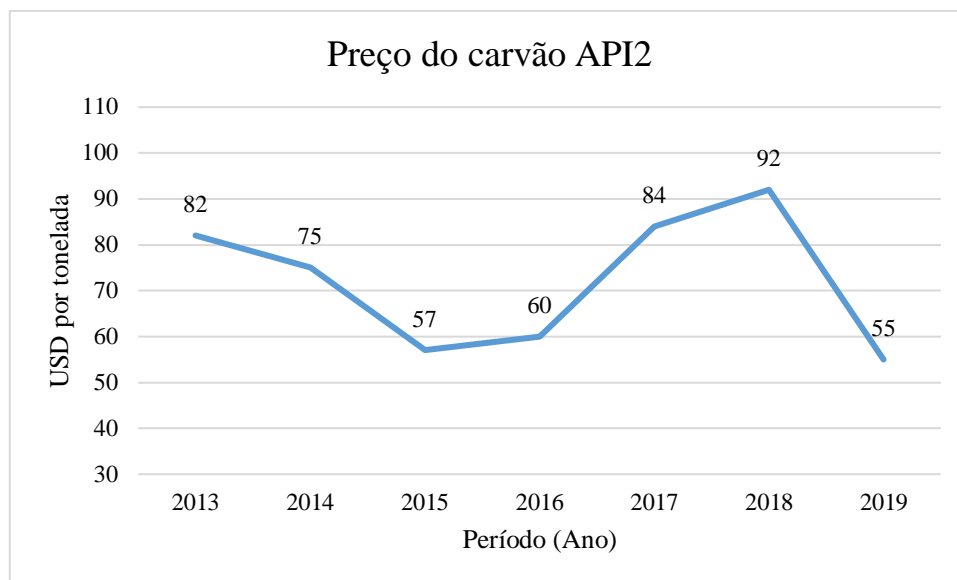


Figura 25: Preço do carvão API2
Fonte: adaptado de BP- McCloskey/Argus (2019)

3.1.5 Óleo Combustível

Assim como o carvão, o óleo também tem um papel de abastecimento combustível na parte de refinaria. Assim como o carvão, faz-se necessário de 6,2 a 12,2 GJ de geração de energia para 1 tonelada de alumina.

i. Oferta

a) Global

A oferta global de óleo combustível em 2018 fora de 5,3 Mbpd. A região Pacífico Asiática representa 38,2% com 2Mbpd, África e Oriente médio com 20,0% (1,06 Mbpd) e Europa com 19,5% (1,03 Mbpd), (JODI, 2019).

A Figura 26 demonstra que houve uma queda na oferta desde 2015. Preocupações ambientais e de saúde relacionadas ao alto teor de enxofre do óleo combustível residual levaram a novas políticas e regulamentos que reduziram significativamente as expectativas para o uso futuro de óleo residual mundialmente.

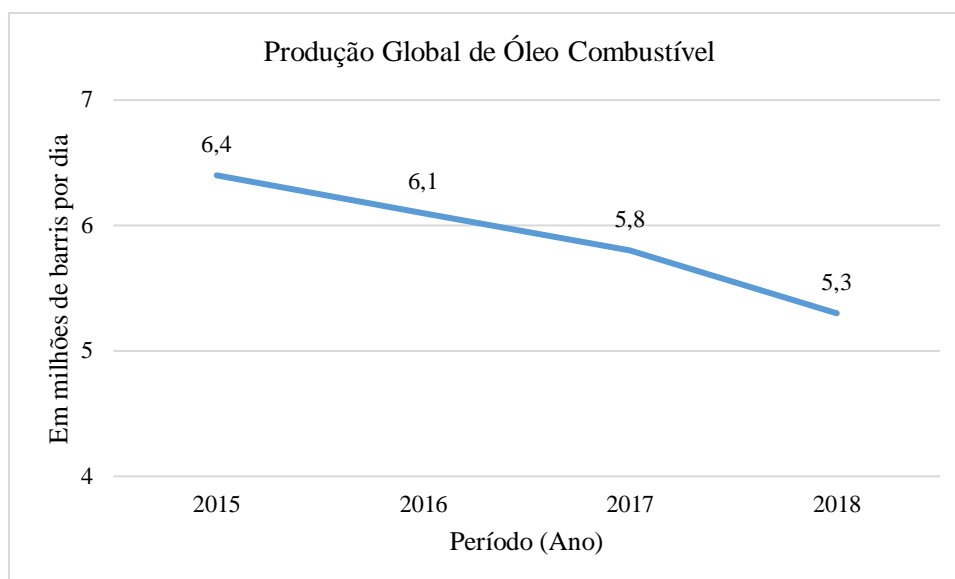


Figura 26: Produção Global de Óleo Combustível
 Fonte: adaptado de JODI (2019)

b) Brasil

As duas maiores refinarias de alumina no Brasil, NorskHydro e Alcoa, utilizam o óleo como combustível. Entretanto, refinarias em países desenvolvidos comumente utilizam o gás natural combinado ao óleo combustível.

O mercado de óleo combustível pesado no Brasil é basicamente doméstico. A ANP- Petrobras consegue suprir a demanda brasileira com sua produção.

- **Produção Brasileira de Óleo Combustível**

A Figura 27 mostra que a produção de óleo combustível no Brasil sofreu grande queda entre os anos de 2014 a 2016. Desde então a produção tem se mostrado estável o que é favorável uma vez que o mercado consegue suprir a demanda doméstica. O ano de 2020 começou bem com a produção mais alta para o mês de janeiro desde 2013 (ANP, 2020).

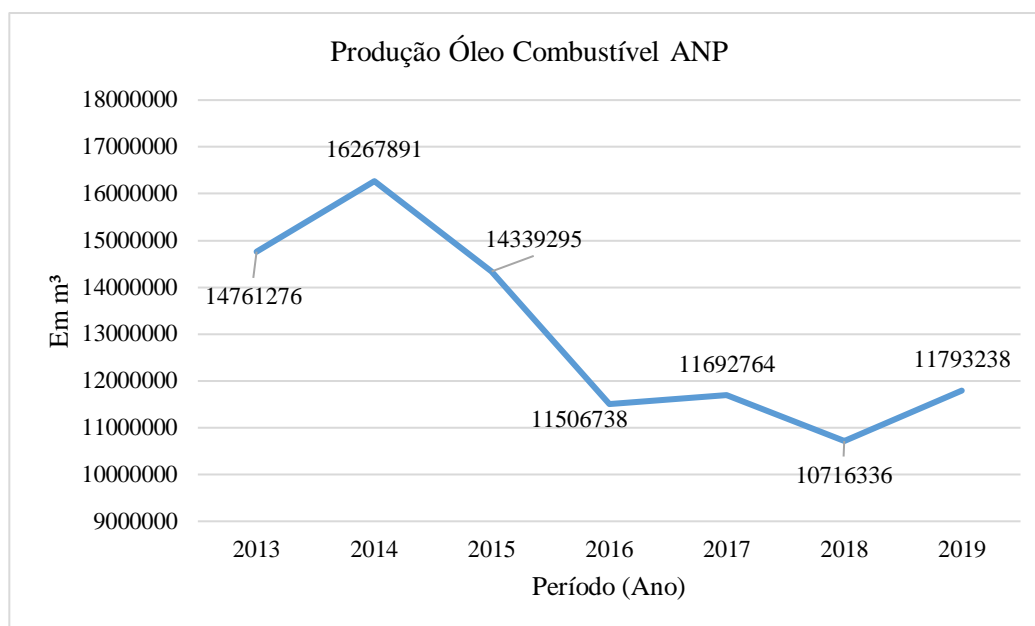


Figura 27: Produção Óleo Combustível ANP
Fonte: ANP (2020)

ii. Demanda

a) Global

A Figura 28 mostra em escala mundial o consumo de óleo combustível em 2018, que fora de 3,6 Mbpd. A região Pacífica Asiática detendo 37,2% do consumo com 1,34 Mbpd, seguido por África e Oriente Médio com 24,4% do consumo com 0,88 Mbpd e a Europa com 17,8% do consumo com 0,64 Mbpd.

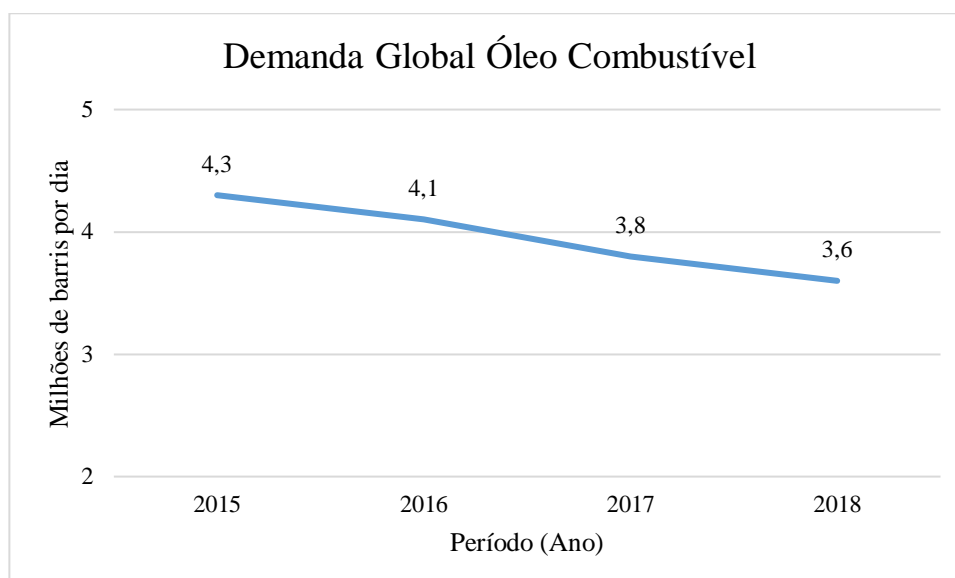


Figura 28: Demanda Global Óleo Combustível
Fonte: JODI (2019)

Como pode-se perceber, a demanda também caiu junto à produção devido a regulamentações no uso do óleo, além de outras fontes de energia estarem ganhando espaço nas indústrias dependente do óleo, como o gás natural.

b) Brasil

Em 2019, as vendas de óleo combustível pelas distribuidoras apresentaram queda de 18,3%, alcançando 1,9 milhões de m³. Como pode-se observar na Figura 29:

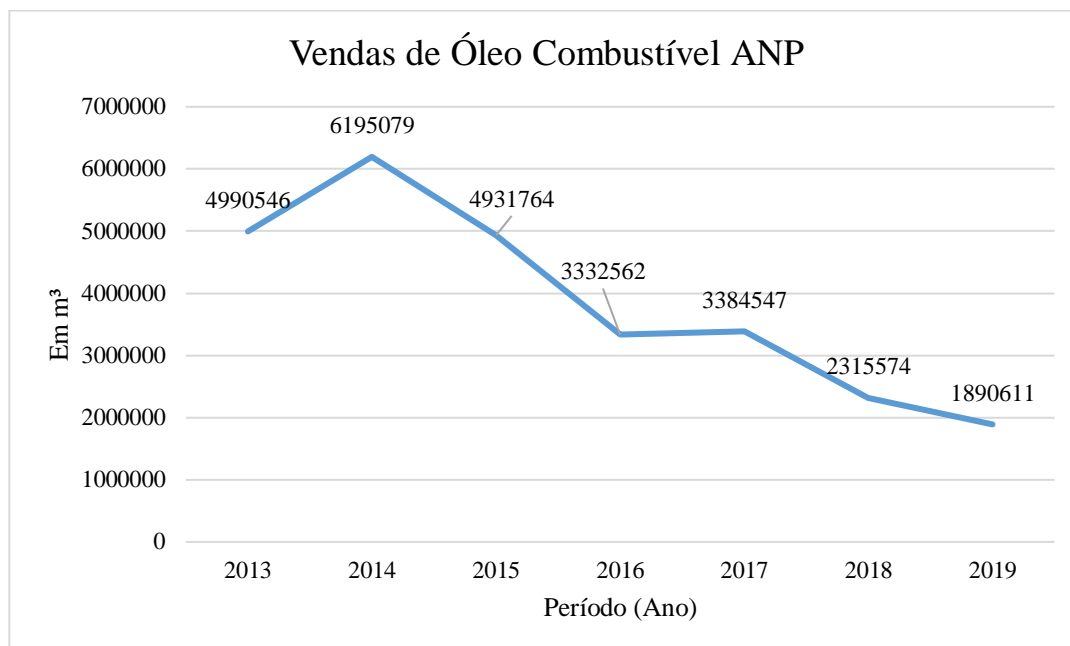


Figura 29: Vendas Óleo Combustível ANP
Fonte: ANP (2020)

Todas as regiões registraram quedas nas vendas, os combustíveis de modo geral tiveram uma queda nas vendas justamente pelo aumento no preço de venda. O óleo combustível A1 na média brasileira obteve um aumento de 40% nos preços entre 2017 e 2018 (ANP, 2019). O maior declínio, em termos volumétricos, foi registrado nas vendas da Região Nordeste, de 1,03 milhões de m³ (-35,7%), totalizando 663,2 mil m³ em 2019. Nas demais regiões, os declínios foram os seguintes: Região Sudeste (-28,5%), Região Centro-Oeste (-27,3%) e Região Norte (-15,9%). A Região Sul teve um leve aumento (1,9%).

O consumo desse derivado apresentou a seguinte distribuição entre as regiões: Norte, 531,8 mil m³ (concentrando 32,6% do total); Nordeste, 663,2 mil m³ (35,1% do total); Sudeste, 300,0 mil m³ (15,9% do total); Sul, 240,8 mil m³ (12,7% do total); e Centro-Oeste, 69,6 mil m³ (4,1% do total).

iii. Preços

A Figura 30 ilustra a composição de preços do óleo combustível. Como pode ser observado, o óleo cru impacta o preço final do óleo combustível cerca de 46%. A distribuição impacta em torno de 35% e outras despesas e impostos em torno de 19% (ANP, 2019).

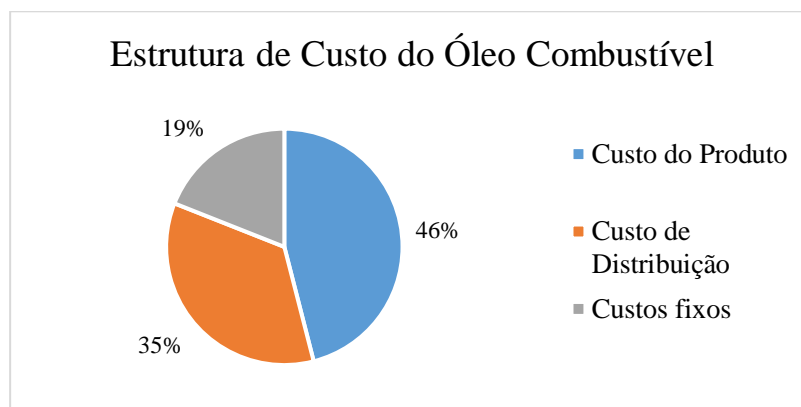


Figura 30: Estrutura de Custo do Óleo Combustível
Fonte: adaptado de IHS (2019)

É observado que o preço dos derivados de petróleo segue uma mesma tendência. Em anos de retração de mercado como a crise imobiliária dos Estados Unidos entre os anos de 2008 e 2009 ou conflitos no Oriente Médio, como a Primavera Árabe entre 2011 e 2013, pressionam o valor internacional do petróleo. Depois do fim da primavera árabe, a produção de petróleo cru se normalizou e seus preços diminuíram. Dessa forma, seus derivados seguiram a mesma tendência.

Guerras comerciais entre Estados Unidos e a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) são capazes de influenciar seu preço. Em 2018 a Arábia Saudita, líder da OPEP, e a Rússia descartaram a possibilidade de aumento na produção de petróleo bruto, mesmo com os pedidos dos Estados Unidos da América para uma diminuição nos preços da commodity (OPEP, 2018). Essas tensões no mercado impactam a commodity em questão e também seus derivados, dessa forma o óleo combustível sofreu um aumento considerável neste ano em discussão. Como pode-se observar na Figura 31:

Preço de produtos derivados de petróleo USD por barril

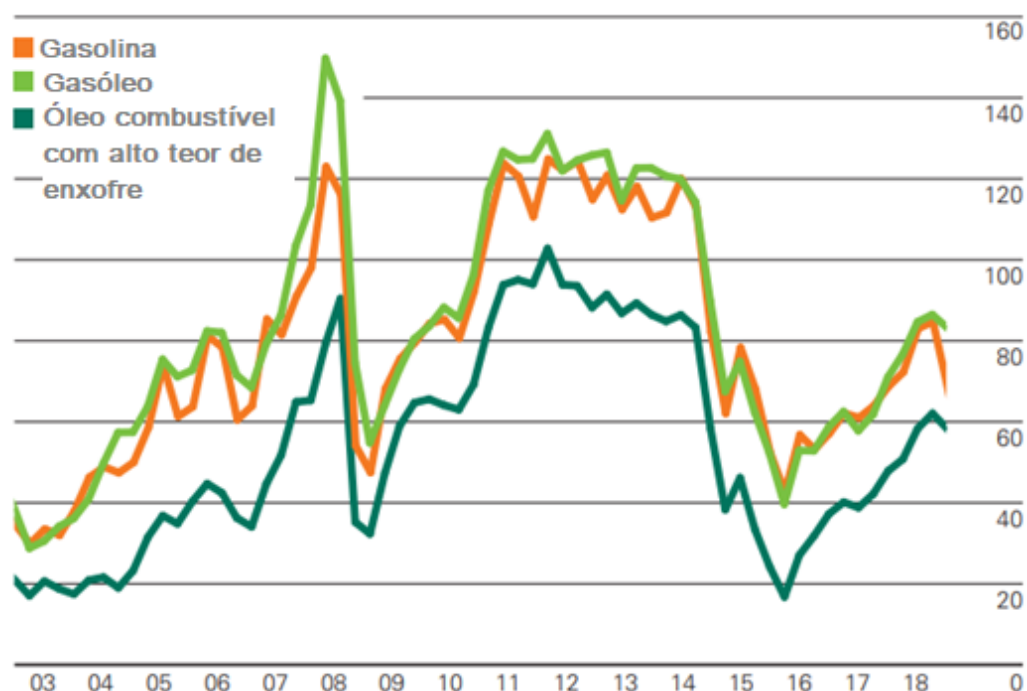


Figura 31: Preço de produtos derivados de petróleo
Fonte: adaptado de BP (2019)

Existem disponíveis no mercado brasileiro atual cinco tipos de óleo combustível, dentre eles:

- Óleo combustível (OCA1): óleos de maior teor de enxofre e menor limite de viscosidade, conhecido como A1;
- Óleo combustível (OCA2): óleos de maior teor de enxofre e maior limite de viscosidade, conhecido com A2;
- Óleo combustível (OCB1): óleos de menor teor de enxofre e menor limite viscosidade, conhecido como B1;
- Óleo combustível (OCB2): óleos de menor teor de enxofre e maior limite viscosidade, conhecido como B2;
- Óleo combustível (OC3): óleos com viscosidade ou teor de enxofre superior aos limites especificados, conhecido como C3.

Para negociar a venda do óleo combustível produzido nas refinarias da Petrobrás, são utilizados como base três índices, sendo eles: preço do óleo combustível A1, preço do óleo cru (Brent) e cotação do Dólar Americano.

A Figura 32 ilustra o preço histórico de óleo combustível A1 no Brasil entre os anos de 2013 a 2020. Desde de 2017 o preço do óleo combustível A1 esteve em constante ascendência. Uma queda notada na produção das refinarias brasileiras pode ter levado a este aumento combinado à taxaço de impostos e aumento no custo da produção do óleo, em que envolvem fatores como a energia elétrica e salários.

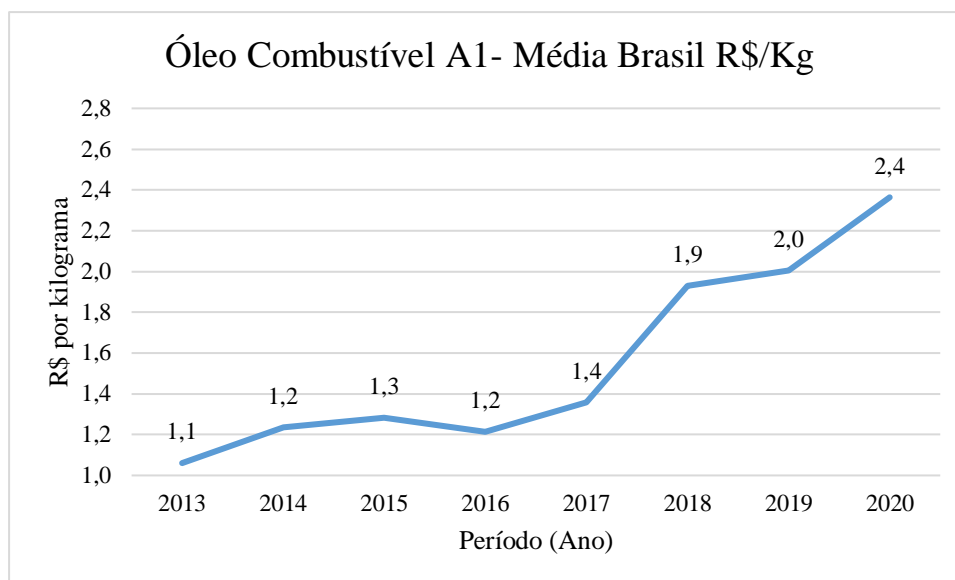


Figura 32: Óleo Combustível A1- Média Brasil R\$/Kg
Fonte: ANP (2020)

A Figura 33 mostra que apenas três empresas responderam pela quase totalidade (96,3%) da distribuição de óleo combustível: BR (85%), Ipiranga (5,6%) e Raízen (5,6%). Outras dez distribuidoras representaram os 3,8% remanescentes do mercado desse combustível.

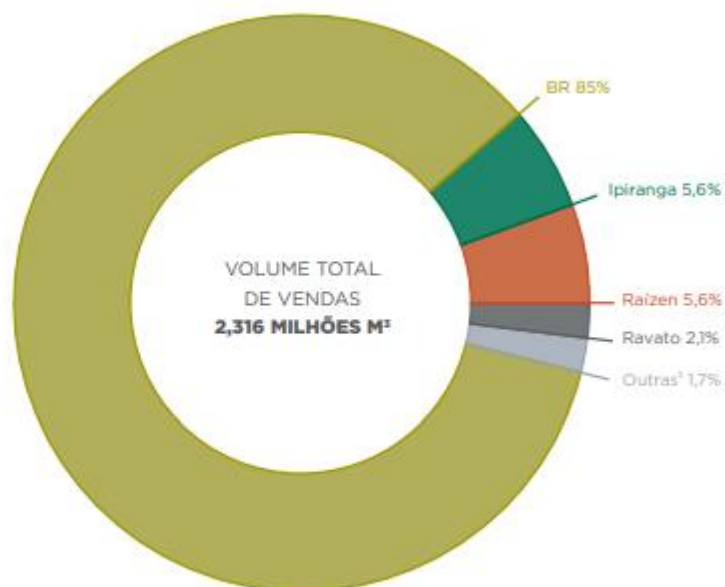


Figura 33: Volume Total de Vendas
Fonte: ANP (2019)

Esse fator não é favorável aos consumidores, uma vez que 85% do mercado está concentrado nas mãos de uma só distribuidora, o que pode acarretar em uma manipulação de preços.

- **Dólar e Brent**

Um fator que influencia nos contratos de óleo combustível no Brasil, é o preço do óleo cru e do dólar, pois as negociações feitas na venda do óleo possuem parcela do preço do *Brent* na composição do custo (A cotação *Brent* é referência do óleo cru para os mercados europeu e asiático) e parcela do preço do dólar americano.

- **Preço Histórico Dólar Americano (USD) Em Reais (BRL)**

Como previamente citado o dólar possui impacto nos preços finais do óleo combustível, o que atualmente não tem sido um fator favorável uma vez que o dólar, desde 2017, tem sofrido um crescente aumento, como pode-se observar na Figura 34. Vários fatores impactam no preço do dólar, incluindo a lenta retomada da economia brasileira e fatores externos que fortificam o dólar frente ao real. A alta na cotação do dólar no ano de 2019 se deu ao fraco crescimento da economia brasileira e a guerra comercial entre Estados Unidos e China que fortificou a moeda americana no cenário global.

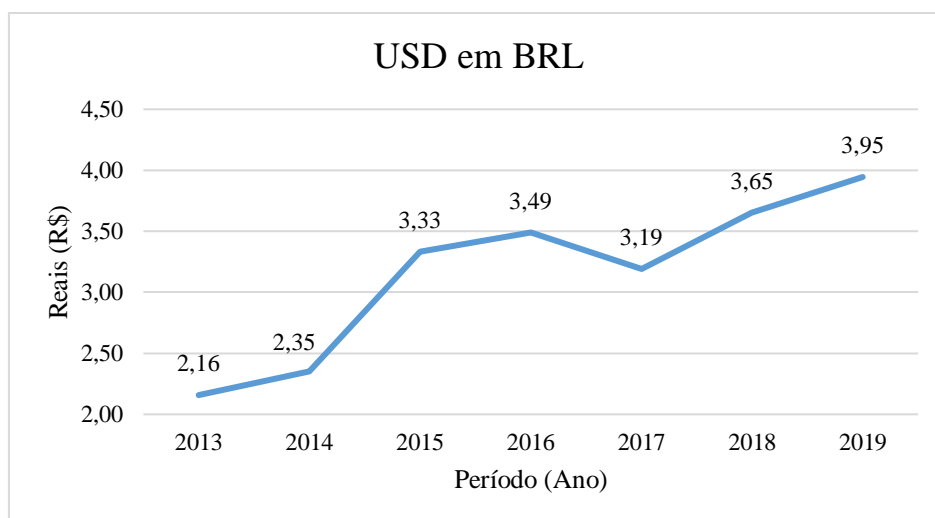


Figura 34: USD em BRL
Fonte: FGV (2020)

- **Preço histórico do Petróleo Brent**

O *Brent* possui um histórico extremamente volátil de preços, vide Figura 35. A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) é considerada uma das maiores fornecedoras de óleo cru pesado no mundo. Já os Estados Unidos tem se mostrado um poderoso produtor de óleo cru, o *West Texas Intermediate* (WTI), um tipo de petróleo usado como referência comercial, originário da bacia permiana do oeste do Texas, EUA. Apesar do óleo dos Estados Unidos ser um óleo mais leve que o óleo pesado produzido pelos países da OPEP, ele é capaz de indiretamente influenciar nos preços do *Brent*. Ambos fornecedores vivem em constante conflito o que de certa forma faz com que ambos tomem decisões que afetam o preço da matéria prima.

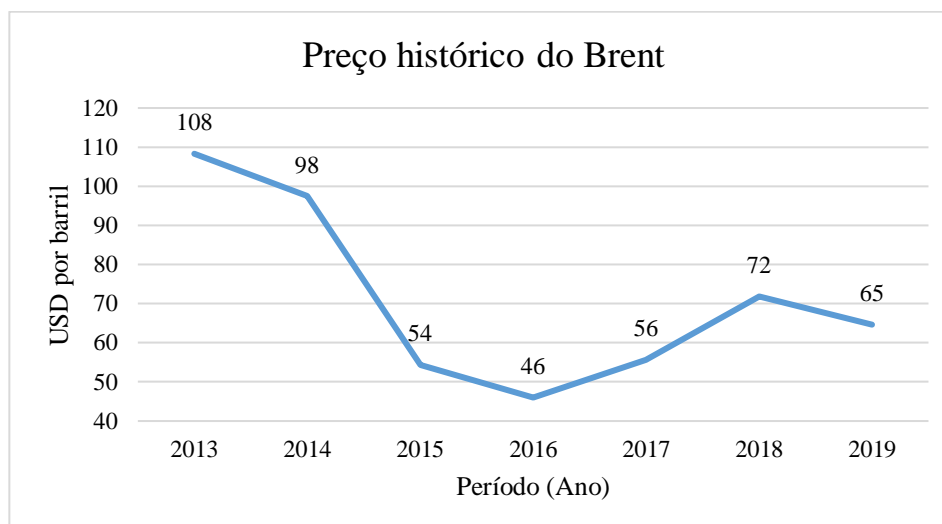


Figura 35: Preço histórico do Brent
Fonte: BP (2019)

A disputa comercial entre a OPEP e EUA faz com que o preço da commodity se espelhe na produção e estoque que são alterados rotineiramente. Um fato a ser observado é que diante a tantos conflitos históricos, muitas vezes a OPEP decidiu cortar sua produção o que fez com que o preço subisse. Por outro lado, os Estados Unidos se mostraram um potencial produtor e fornecedor, fazendo com que os preços da commodity diminuíssem afetando as decisões tomadas diante a produção dos países da OPEP.

É possível observar o preço do óleo cru diante a conflitos na linha do tempo na Figura 36.

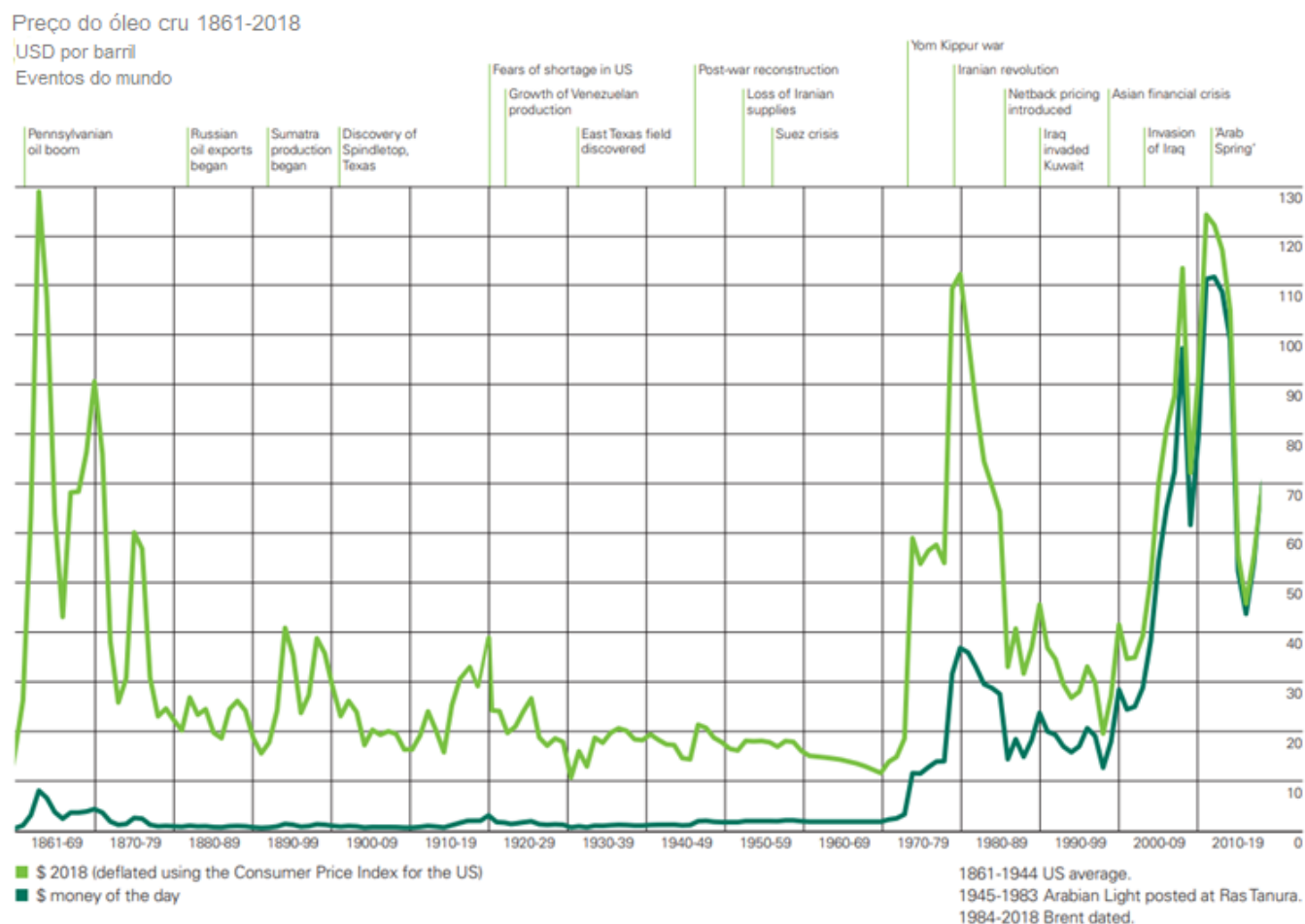


Figura 36: Preço histórico do Petróleo
Fonte: BP (2019)

Eventos ocorridos em ordem da esquerda para direita, no :

- Descoberta do óleo na Pensilvânia;
- Início das importações Russas;
- Início da produção na Sumatra;
- Descoberta da Spindertop no Texas;
- Medos de escassez nos Estados Unidos da América;

- Crescimento da produção Venezuelana;
- Campo no leste do Texas descoberto;
- Reconstrução pós guerra;
- Perda de fornecedores iranianos;
- Crise do Suez;
- Guerra de Yom Kippur;
- Revolução iraniana;
- Preço neto introduzido;
- Iraque invadiu Kuwait;
- Crise financeira na Ásia;
- Invasão do Iraque;
- Primavera Árabe;

É importante a análise diária dos preços combinada aos acontecimentos macroeconômicos a ela ligados, pois qualquer ação tomada que afete a produção, principalmente da OPEP, pode refletir significativamente nos preços do óleo cru.

3.1.6 Cal

A cal é um óxido de cálcio resultante do beneficiamento do calcário, elementos químicos cristalograficamente reunidos, aperfeiçoados desde a época pré-cambriana, entre 4 milhões e 4,5 milhões de anos até a atualidade). As rochas carbonatadas, que equivalem 0,25% do volume da crosta terrestre, estão entre as rochas e minerais mais utilizadas. Segundo (FERREIRA; PEREIRA, 2009), o principal produto da calcinação das rochas carbonatadas cálcicas e cálcio-magnesianas é a cal virgem, também designada cal viva e cal ordinária.

A cal produzida no Brasil em sua maior parte deriva da calcinação de calcários/dolomitos metamórficos de pureza variável. Na comercialização da cal, a cal virgem cálcica prevalece, pela sua aplicação nas áreas das indústrias siderúrgicas, de açúcar e celulose. A proporção de produção é de 1,7 ou 1,8 t de rocha calcária para 1t de cal virgem e de 1t cal virgem para 1,3 cal hidratada. (FERREIRA; PEREIRA, 2009).

Como previamente mencionado, para transformar a bauxita em alumina, o minério é cominuído e misturado com cal e soda cáustica, a mistura é bombeada em recipientes de alta pressão e a aquecida. O óxido de alumínio (produto esperado) é dissolvido pela soda cáustica, depois é precipitado dessa solução (que contém cal), lavado e aquecido para retirar a água. Obtém-se então a alumina, ou óxido de alumínio (Al_2O_3).

Para cada tonelada de Alumina Produzida é necessário de 6 a 60 kg de CaO, o que chega a ser em torno de dez vezes menos a quantidade necessária de soda cáustica para o processo (Alcoa, 2019).

i. Oferta

a) Global

Segundo a USGS, em 2019 a produção global aproximada apresentou os seguintes dados: China com 300 mil de toneladas representando 69,8% da produção total, Estados Unidos com 18 mil toneladas representando 4,2% da produção total, Índia com 16 mil toneladas representando 3,8% da produção total e outros com 96 mil toneladas, representando 22,9% da produção total, vide Tabela 12.

Tabela 12: Produção mundial de cal

Produção mundial de cal	2018	2019
África do Sul	1.200	1.200
Alemanha	7.000	7.100
Austrália	2.000	2.100
Bélgica	1.330	1.300
Brasil	8.300	8.400
Bulgária	1.500	1.500
Canadá (exportações)	1.810	1.800
Cazaquistão	1.050	1.100
Checa	1.040	1.100
China	300.000	300.000
Eslovênia	1.060	1.200
Espanha	1.820	1.800
Estados Unidos	18.100	18.000
França	2.600	2.600
Índia	16.000	16.000
Irã	3.300	3.300
Itália	3.600	3.600
Japão	7.580	7.600
Malásia	1.600	1.600
Polônia	2.680	2.700
Reino Unido	1.400	1.400
República da Coreia	5.200	5.200
Romênia	2.210	2.200
Rússia	11.100	11.000
Turquia	4.700	4.700
Ucrânia	2.100	2.100
Outros Países	13.400	14.000
Total Mundo	424.000	424.600

* Em mil toneladas

Fonte: adaptado de *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2020)*

A demanda global sofreu um aumento de 1,4% de 2019 para 2018. O mercado está estável e a cal não é um produto que possui uma significância em exportação e importação pela maioria dos seus mercados serem domésticos.

Os recursos domésticos e mundiais de calcário e dolomita são adequados para a fabricação de cal e seu mercado é amplo (USGS, 2020).

b) Brasil

Segundo (FERREIRA; PEREIRA, 2009), no Brasil, existem muitas áreas de consumo de cal que são supridas por mais de 200 produtores. A capacidade de produção de suas instalações varia de 1 a 1000 toneladas de cal virgem/dia. Dado ao uso da cal como aglomerante, plastificante e reagente químico, no Brasil, o mercado é caracterizado por:

1. Afastamento geográfico das suas unidades de fabricação (preço do combustível impacta o preço final para o consumidor);
2. Abundante oferta;
3. Baixo custo.

Em 2018, a produção mundial foi de 420 milhões de toneladas. A China permaneceu liderando, com participação de 71,4%. O Brasil, participando com 2% ocupou a 5ª posição no cenário internacional (USGS 2019). Estimou-se a produção brasileira em 8,4 milhões de toneladas, representada pelos produtores integrados (79%); mercado cativo (15%); mercado cativo produtores não integrados (3%) e transformadores (3%).

As regiões Sudeste e Sul do País são responsáveis por 85% da produção de cal virgem e hidratada. Em Minas Gerais localizam-se as principais indústrias de cal do país, com produção anual acima de 5 Mt. A produção de cal e calcário do Paraná registra uma capacidade instalada de 2 Mt / ano de cal (dados referentes a 2014).

De acordo com RONSSANI DE FIGUEIREDO, 2018 o perfil do consumo ficou assim distribuído:

- a) Indústria siderúrgica 36%;
- b) Construção civil 29%;
- c) Indústria química 8%;
- d) Papel e celulose 7%;
- e) Pelotização e mineração de ferro 6%;
- f) Indústria alimentícia 5%;

- g) Meio ambiente 2%;
- h) Metalurgia não ferrosos 2%;
- i) Agricultura e outros 5%.

Tabela 13: Maiores produtores mundiais de cal

Maiores Produtores Mundiais de Cal (10³t)					
País/Ano	2014	2015	2.016	2017	2018
China	230.000	230.000	230.000	290000	300.000
Estados Unidos	19.500	18.300	17.000	17.800	18.100
Índia	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Rússia	11.000	11.000	11.000	11.000	11.100
Brasil	8.152	8.300	8.300	8.300	8.300
Japão	7.910	7.340	7.300	7.300	7.580
Alemanha	6.900	6.400	6.400	7.000	7.000
Outros	60.538	51.300	54.000	55.600	56.100
Total	360.000	350.000	350.000	413.000	424.000

Fonte: adaptado de *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2020)*

Denomina-se consumo aparente de um bem ao total da sua produção adicionada das importações e subtraída das exportações. A quantidade de exportação e importação de cal é pequena, de modo que o consumo aparente equivale à produção interna, estimando-se a partir daí um consumo per capita em torno de 40 kg/hab. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Cal (ABPC), em 2014, a matriz energética do setor foi assim distribuída: lenha = 41%; CVP = 43%; gases - natural e industrial = 12% e outros combustíveis (óleo e moinha de carvão) = 4%, observando-se uma pequena redução de 5% da utilização da lenha, com relação ao ano anterior (MME, 2019).

ii. Demanda

a) Global

Geralmente, o mercado de cal é quase equilibrado em relação aos produtores em termos de demanda e oferta, já que a maior parte da demanda é atendida pela base regional de suprimentos. Além disso, como o armazenamento de cal por um longo período é difícil e oneroso, a produção de cal é geralmente mantida em linha com a demanda esperada de curto e médio prazo, (USGS, 2020).

b) Brasil

Como mencionado pela USGS e MME, o consumo aparente de cal iguala à sua produção no Brasil. Pois a demanda interna não sofre forte competição do mercado externo. Como os principais consumidores siderúrgica e construção civil não

apresentaram significativas flutuações no período o consumo per capita do bem permaneceu estável ao nível de 40,30 (kg/hab) em 2018, como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14: Estatísticas brasileiras da cal

Panorama Brasileiro da Cal (10³t)					
País/Ano	2014	2015	2016	2017	2018
Produção (10 ³)	8.152	8.300	8.300	8.300	8.400
Consumo Aparente (10 ³ t)	8.152	8.300	8.300	8.300	8.400
Consumo per capita	39,90	40,00	40,00	40,00	40,30

Fonte: adaptado de MME (2019)

iii. Preços

Como o mercado é em grande parte local, a negociação dos contratos é geralmente baseada na inflação do país. Como pode-se observar a média da variação dos preços históricos da Austrália e Estados Unidos, na Figura 37 abaixo:

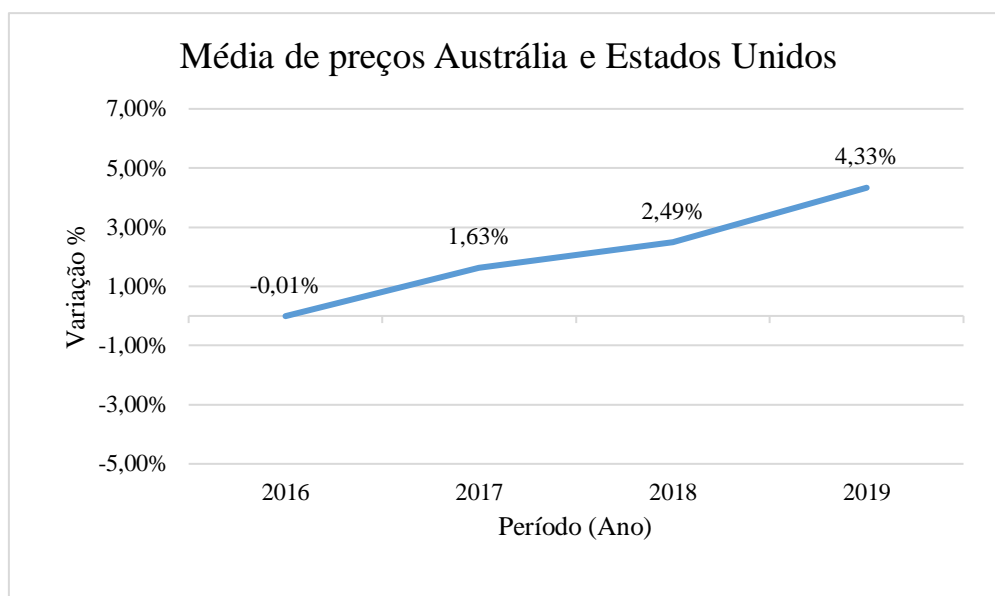


Figura 37: Média de preços Austrália e Estados Unidos
Fonte: IHS (2020)

3.1.7 Gás Natural

i. Oferta e Demanda

a) Global

O uso de gás natural na indústria mundial tem se tornado crescente. O gás natural dentre os outros combustíveis energéticos, foi um dos únicos a apenas crescer desde 1985 (BP, 2019).

O volume de gás natural tanto na produção quanto no consumo registrou um recorde de alta em 2018, vide Figura 38 e Figura 39. A produção cresceu em 5,2%. A maior taxa desde 2010 e mais do dobro da média de 10 anos (2,3%).

O maior consumidor e produtor de gás natural é os Estados Unidos com uma participação de 21,5% da produção e 21,2% do consumo. Seguido pela Rússia com participação de 17,3% da produção e de 11,8% do consumo (BP, 2019).

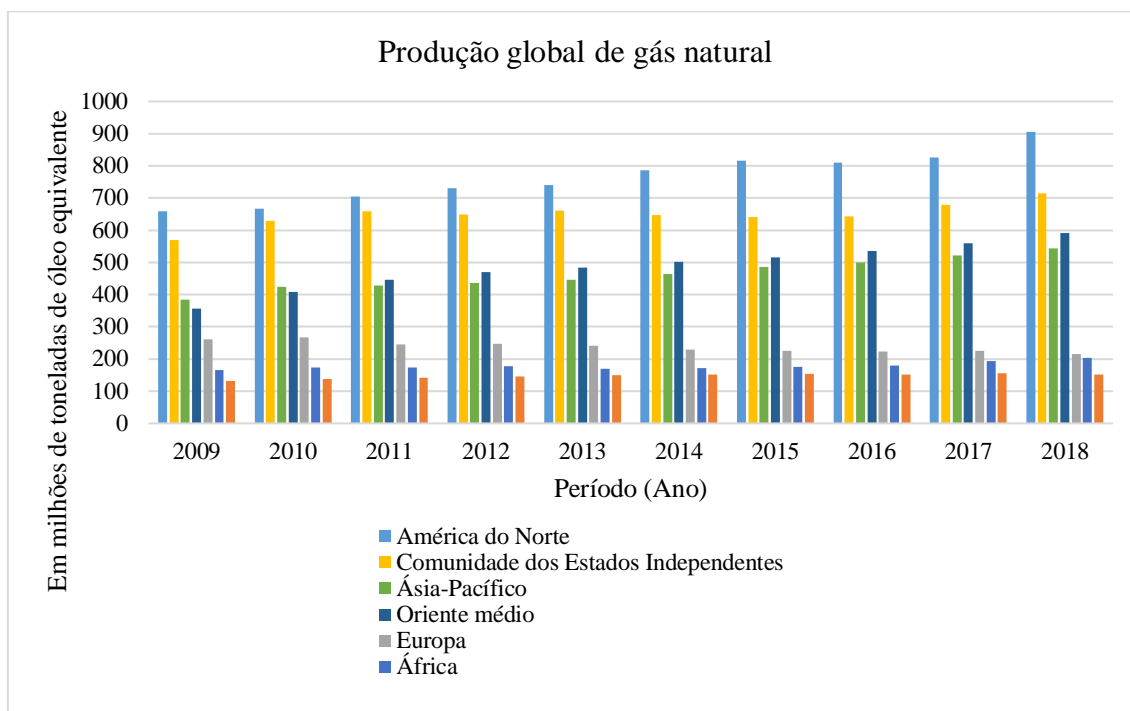


Figura 38: Produção global de gás natural
Fonte: BP (2019)

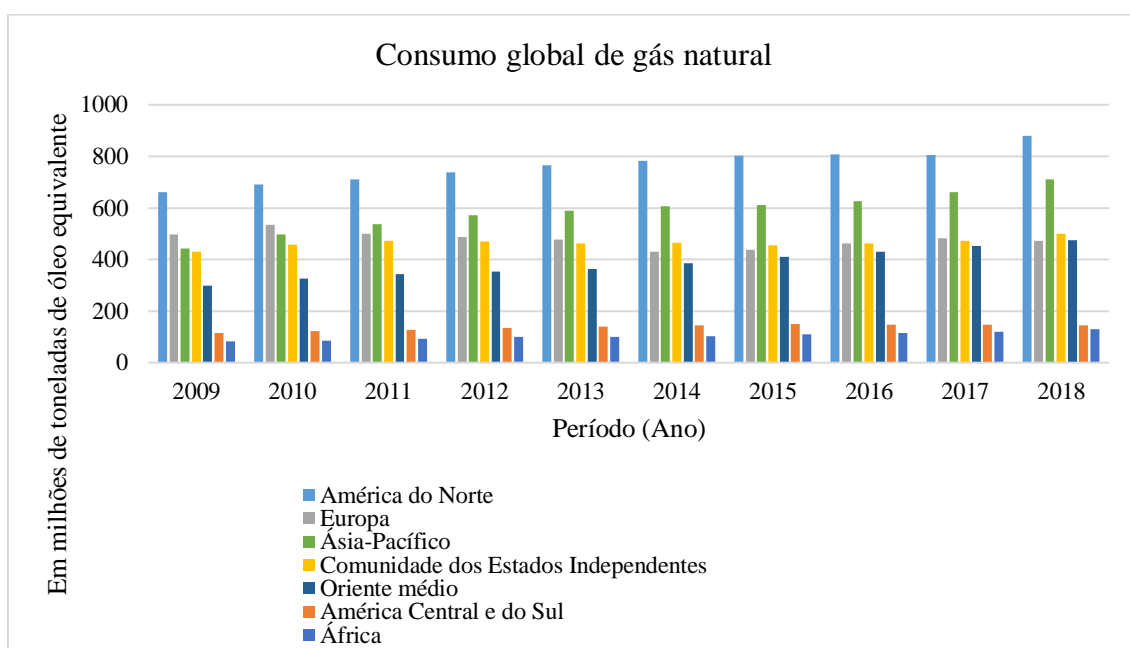


Figura 39: Consumo global de gás natural
Fonte: BP (2019)

Na Figura 40, é possível observar o fluxo de importação e exportação dos dois tipos de gases: o gás natural, transportado por gasodutos e o gás liquefeito de petróleo (GLP) que independe das tubulações. É possível perceber que existe restrição geográfica para a construção dos gasodutos e isso limita o transporte do gás natural. Já o GLP, quando submetido a altas pressões, tem a capacidade de se transformar em líquido, o que facilita seu armazenamento e transporte (Petrobras, 2019).

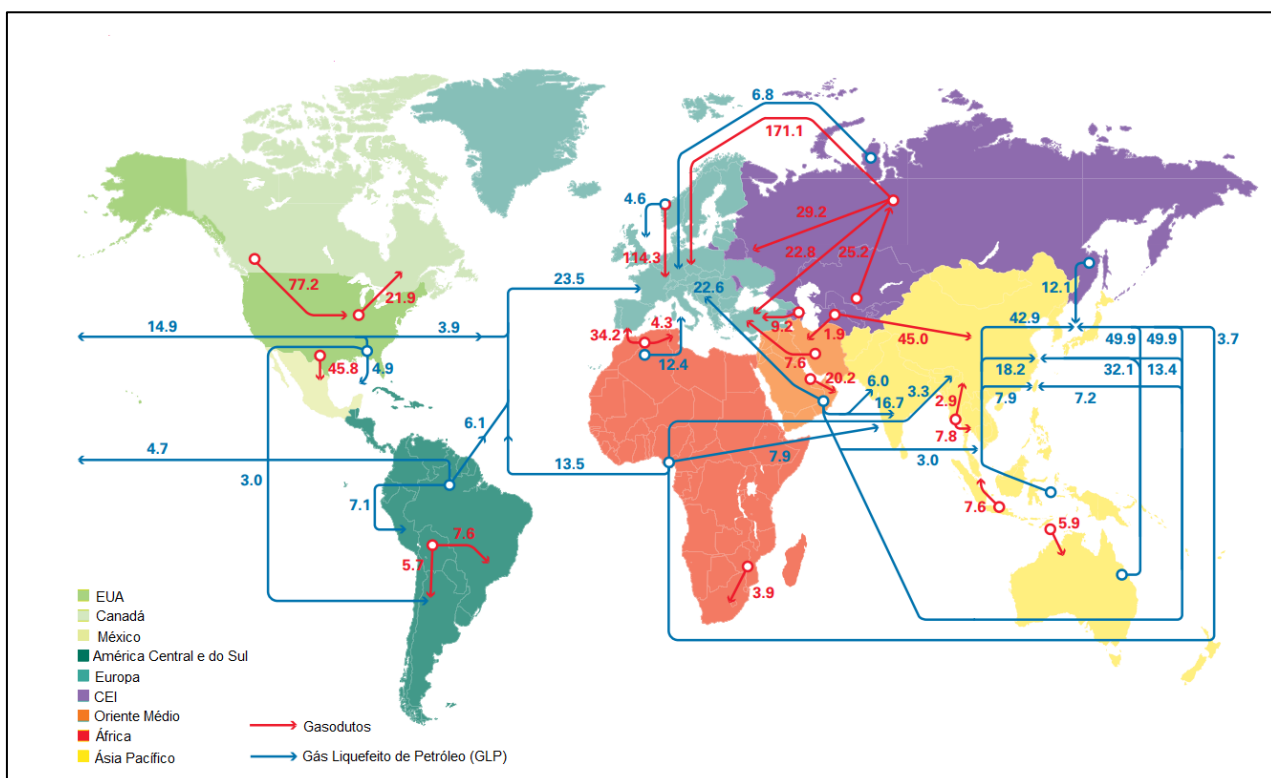


Figura 40: Fluxo de importação e exportação do gás natural e GLP em bilhões de m³

Fonte: adaptado de BP (2019)

b) Brasil

O consumo de gás natural no Brasil tem uma pequena participação quando comparado ao mercado mundial, o Brasil representou 0,7% da produção e 0,9% do consumo global em 2018 (BP,2019).

É importante ressaltar que existe uma dependência do Brasil na importação de gás da Bolívia por ser o único fornecedor internacional por gasoduto. E, como o gás natural é importado por um gasoduto da Bolívia até o Brasil (GASBOL) e vendido por meio de concessionários estaduais, as tarifas dependem do monopólio dessas concessionárias e podem se tornar mais caras para o consumidor, fazendo com que o gás natural seja mais acessível apenas para a compra em larga escala.

A indústria brasileira tem introduzido o gás natural como combustível para geração de energia, uma vez que gera menos resíduos que o carvão e o óleo combustível.

Atualmente, com a baixa oferta brasileira do gás natural apresentada na Figura 41, seus preços não são tão viáveis quando comparados às outras fontes, por isso seu crescente uso tem sido lento (MME, 2019). A tendência é que este cenário mude, com a esperança de uma próspera produção brasileira da commodity e uma possível concorrência, o preço poderá viabilizar e se tornar um relevante substituto das outras fontes de energia atualmente utilizadas.

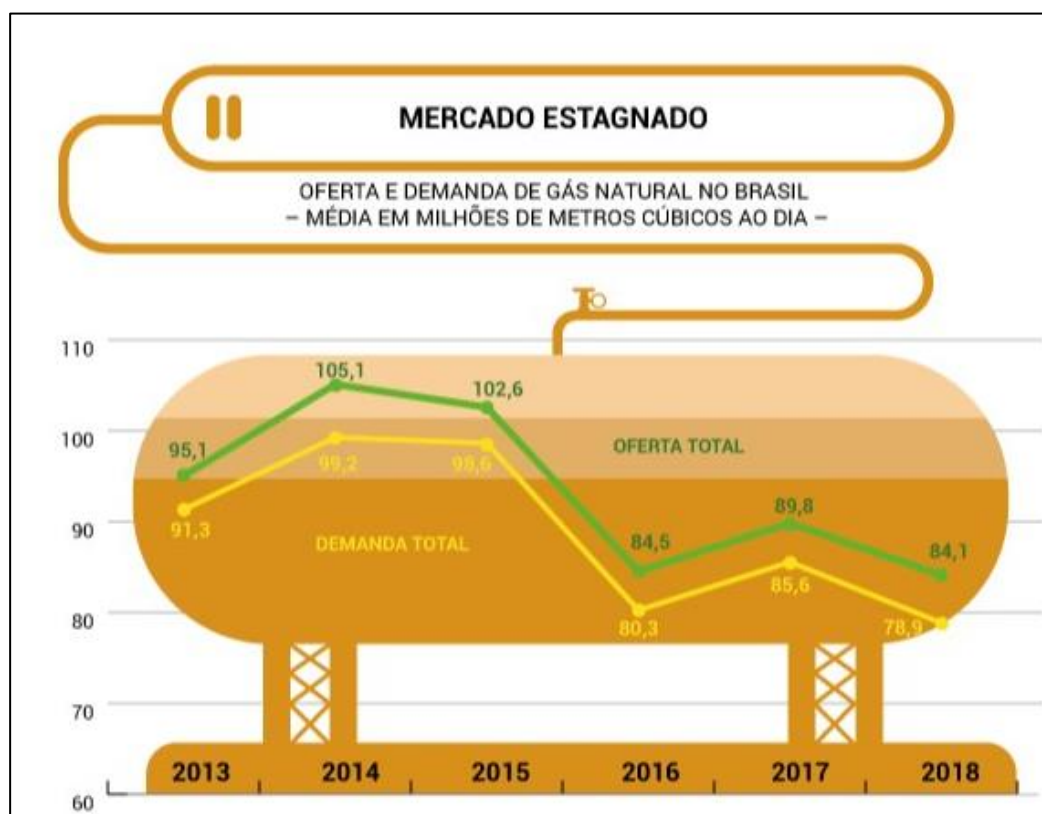


Figura 41: Oferta e demanda de gás natural no Brasil
Fonte: MME (2019)

ii. Preços

a) Global

Os preços de gases variam de acordo com o lugar de onde são importados e como será feita essa comercialização, se é por gasodutos ou outro tipo de transporte. Na Figura 42, é possível observar a variação de preço de três tipos de gases: *Henry Hub*, produção dos Estados Unidos, *National Balancing Point (NBP)* do Reino Unido, mercado de gás natural de negociação mais antigo na Europa (desde 1990), e o *Title Transfer Facility (TTF)* proveniente da Holanda. O preço do NBP no Reino Unido é muito usado como um indicador do mercado de gás atacado na Europa (Platts, 2020).

É possível observar que os preços de gases dos Estados Unidos são inferiores aos da Europa, por ser uma produção local. Porém pode-se observar que de 2014 a 2018 os preços seguiram tendências similares por serem competitivos no mercado.

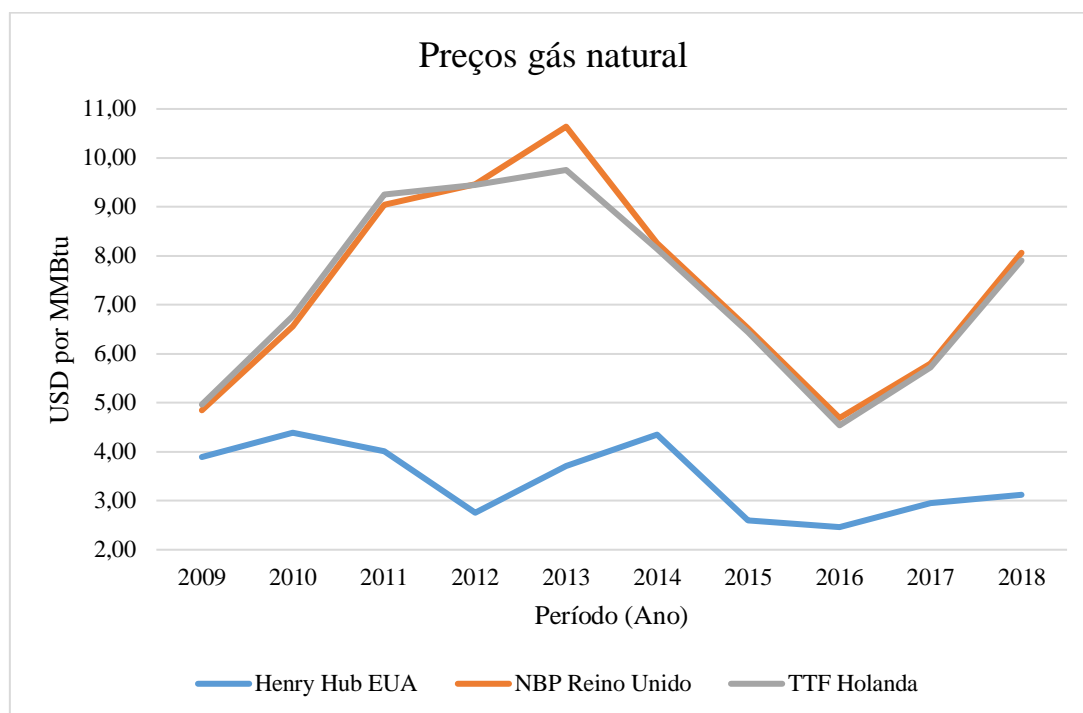


Figura 42: Preços gás natural
Fonte: BP (2019)

b) Brasil

Atualmente, o mercado de gás natural no Brasil está concentrado nas mãos da Petrobras. A estatal é responsável por 70% da produção, é dona de toda a infraestrutura de tratamento da produção e da regaseificação do gás natural liquefeito (GNL) importado. Os três terminais de regaseificação em operação no Brasil, todos da Petrobras, operam com 60% da capacidade. A estatal também detém participação na maioria das empresas transportadoras e controla toda a capacidade do sistema de transporte de gás no país. Além disso, é acionista em 19 das 26 distribuidoras de gás no mercado nacional segundo a Confederação Nacional da Indústria (2019).

Com baixa oferta e um mercado sem concorrência, o preço do gás natural no país é um dos mais altos do mundo, vide Figura 43. No ano de 2019, a tarifa média para a indústria brasileira alcançou US\$ 11 por milhão de BTUs, mais do que o dobro dos US\$ 5,20 por milhão de BTUs do México, e dos US\$ 4,50 por milhão de BTUs cobrados na Argentina, segundo dados do Ministério de Minas e Energia.



Figura 43: Preços de gás natural no Brasil
Fonte: MME- EPE (2019)

3.2 PRODUTORES

A alumina, por ser uma commodity de considerável transportabilidade é um bem global e exportado em todos os continentes. Ao citar os maiores produtores, é preciso considerar o padrão global sendo que as produtoras brasileiras atendem as especificações internacionais, e não apenas regional. Com base nos dados de 2018, fica listado abaixo as dez maiores produtoras de alumina no mundo, entre elas duas empresas que atuam no mercado brasileiro: Norsk Hydro e Alcoa S.A.

Devido ao crescimento exponencial da indústria do alumínio nas últimas duas décadas e à importância da alumina na cadeia, os produtores de alumínio estão construindo suas próprias refinarias e expandindo as instalações existentes para garantir a disponibilidade desse recurso. Durante todo o ano de 2018, a China permaneceu o maior país produtor de alumina, com 72 milhões de toneladas de produção. Abaixo está reportado as 10 principais empresas produtoras de alumina do mundo, com base nas estatísticas mais recentes disponíveis:

1) Chalco (China)

A Chalco é uma empresa líder na indústria não ferrosa da China, que atua em toda a cadeia de valor, desde a exploração e mineração de bauxita e carvão, produção, vendas e P&D de alumina, alumínio primário e produtos de liga de alumínio até o comércio internacional, logística e geração de energia. Atualmente, a Chalco possui 39 subsidiárias, 18 totalmente controladas e 21 controladas. A filial da Chalco em Guangxi está envolvida na produção de alumina. As principais subsidiárias de alumina da Chalco são:

- Chalco Shanxi Novo Material Co., Ltd.;
- Zunyi Aluminium Co., Ltd. ("Zunyi Aluminium");
- Chalco Mining Co., Ltd.;
- Chalco Shandong Co., Ltd.;
- Chalco Zhongzhou Alumínio Co Ltd.;
- Guizhou Huajin Alumínio Co., Ltd.;
- Guangxi Huasheng novo material co., Ltd.;
- Shanxi Huaxing Alumina Co., Ltd.;
- Chinalco Shanxi Jiaokou Xinghua tecnologia co., Ltd.

A capacidade total de produção de alumina da Chalco ficou em cerca de 17 milhões de toneladas, de acordo com o último relatório anual divulgado, o que a torna a maior produtora de alumina do mundo. A receita do Grupo no segmento de alumina para o ano de 2018 foi de RMB44.151 milhões, representando um aumento de RMB5.154 milhões de RMB38.997 milhões no mesmo período do ano anterior, principalmente devido ao aumento no preço e no volume de negociação de alumina.

2) Xinha Group (China)

O lucro do Grupo antes do imposto de renda no segmento de alumina para o ano de 2018 foi de RMB3.496 milhões, representando um aumento de RMB205 milhões de RMB3.291 milhões no mesmo período do ano anterior, principalmente devido ao aumento do preço e aumento nas negociações volume de alumina.

Fundado em 1972, o Xinha Group é um moderno grupo empresarial de larga escala que integra geração de energia, fornecimento de calor, refino de alumina, alumínio eletrolítico e processamento profundo de alumínio. Embora o volume exato de sua alumina não seja revelado pela empresa, sua produção total ocorre logo após o Chalco Group com 14 a 15 milhões de toneladas. As principais subsidiárias de alumina do grupo

são a refinaria de Xinfu Jiaokou Feimei, a refinaria de alumina Xinfu Huayu (Chiping Xinfu), Xiaoyi Xinfu e Shandong Xinfu.

O Xinfu Group, um dos principais produtores de alumínio da China, reduziu a produção em sua fábrica de alumina nos últimos dois anos devido a inspeções ambientais. Em 2017, a Xinfu reduziu a produção em uma refinaria de alumina de 7 milhões de toneladas por ano no equivalente a 2,6 milhões de toneladas por ano, ou cerca de 37% devido ao desligamento ambiental. Reduziu novamente a produção anualmente em 500.000 toneladas em sua fábrica de alumina na região de Guangxi, no sul da China, devido ao escasso suprimento de bauxita em 2019. Recentemente, em 13 de maio de 2019, a refinaria Xinfu Jiaokou Feimei foi obrigada a fechar seus 2,8 milhões de toneladas / ano capacidade de alumina.

3) Grupo Hongqiao (China)

A China Hongqiao Group Limited é uma empresa estatal chinesa fundada em 1994, especializada na produção de alumínio. Hongqiao é atualmente o maior produtor de alumínio do mundo. Além disso, o Grupo também possui operações de alumina que produzem este bem para alimentar sua capacidade de alumínio. A China Hongqiao em 2018 apresentou capacidade de 6,46 milhões de toneladas por ano, incluindo 2,6 milhões de toneladas de capacidade ociosa. Isso reduziu sua capacidade de alumínio para cerca de 3,8 milhões de toneladas. As paralisações das fundições "levaram a um aumento correspondente de alumina disponível para venda", disse Hongqiao, com sede em Shandong, permitindo que lucrasse com os preços mais altos da alumina em 2018.

O volume de vendas de alumina de Hongqiao em 2018 aumentou 117,9%, para 4,09 milhões de toneladas. Com nenhuma nova capacidade de alumina adicionada na China no ano passado, a fábrica de 1 milhão de toneladas de alumina da Indonésia viu uma produção em expansão e melhorou ainda mais o lucro líquido. As vendas de alumina representaram 12,2% do total de vendas em 2018, em comparação com 4,7% em 2017. A produção estimada de alumina em 2018 foi de cerca de 12-13 milhões de toneladas em 2018.

4) AWAC

O segmento de bauxita e alumina da Alcoa é representado pela Alcoa Worldwide Alumina and Chemicals (AWAC), uma *joint venture* que pertence a 40% da Alumina Limited e a Alcoa possui os 60% restantes e é o gerente/operador das operações da AWAC.

As operações do AWAC produziram 12,2 milhões de toneladas de alumina em 2018, das quais 30% foram fornecidas às fundições da Alcoa Corporation e 70% a clientes terceirizados. A AWAC é o maior fornecedor de alumina no mundo ocidental para fundições de terceiros. A produção de alumina do AWAC de 12,2 milhões de toneladas em 2018, diminuiu aproximadamente 300.000 toneladas em comparação com o ano anterior. Isso refletiu uma tendência ampla do setor de interrupções na produção de alumina, à medida que os produtores pressionavam para atender à demanda do mercado.

O negócio de refino de alumina do AWAC relatou produção de alumina de 3,1 milhões de toneladas no segundo trimestre de 2019, estável em relação à produção reportada no primeiro trimestre de 2019. O resultado da produção está excluindo a participação da refinaria de Ma'aden. Sendo assim, a produção anual deve ficar em torno de 12,4 milhões de toneladas.

5) Rio Tinto Alcan

A Rio Tinto Alcan possui a refinaria de alumina Yarwun e a Queensland Alumina Ltd (QAL) em Queensland, Austrália. Enquanto Yarwun representa a primeira refinaria de alumina 100% de propriedade e operação da Rio Tinto Alcan, a QAL é mantida em conjunto pelo Rio Tinto Alcan e pela Rusal. A QAL tem uma capacidade anual de 3.950.000 toneladas de alumina. Localizada em Jonquièrre, Saguenay, a refinaria de Vaudreuil é outra refinaria de alumina 100% de propriedade da Rio Tinto Alcan.

No ano de 2018, a produção de alumina do Rio Tinto Alcan ficou em 7,9 milhões de toneladas. A produção de alumina em 2018 foi 2% menor que 2017, principalmente devido ao momento das paradas para manutenção.

Para o primeiro semestre de 2019, a produção de alumina do Rio Tinto Alcan ficou em 3,8 milhões de toneladas, uma redução de 3% em relação ao primeiro semestre de 2018, devido principalmente a interrupções na produção após grandes trabalhos de manutenção na QAL e o menor suprimento de bauxita da MRN que afeta a produção na refinaria de Vaudreuil. A participação esperada da Rio Tinto Alcan na produção de alumina em 2019 é de 8,1 a 8,4 milhões de toneladas.

6) Rusal

Em 2018, a produção total de alumina da Rusal foi de 7,7 milhões de toneladas. Aughinish Alumina na Irlanda e a refinaria de alumina Nikolaev da Ucrânia são duas de suas maiores refinarias. A produção russa que compreende a refinaria de Bogoslovsk, Achinsk e Urals contribuiu com 2,8 milhões de toneladas de sua produção total em 2018.

A produção total de alumina foi de 3,85 milhões de toneladas no primeiro semestre de 2019, em comparação com 3,81 milhões de toneladas no primeiro semestre de 2018. Isso marca um aumento de 0,9% em relação ao ano anterior. Nesse ritmo, é provável que a produção anual fique estável em cerca de 7,7 milhões de toneladas.

A Aughinish Alumina produziu 949.000 toneladas de alumina no primeiro semestre de 2019 e continua sendo o maior fornecedor de alumina da Europa.

7) Norsk Hydro (Noruega)

A Hydro é uma empresa de alumínio totalmente integrada, com operações em 40 países e com sede na Noruega. Além da produção de alumínio primário, produtos laminados e extrudados e reciclagem, a Hydro também extrai bauxita, refina alumina e gera energia.

A Alunorte da Hydro está localizada no Pará, Brasil, no parque industrial de Barcarena.

Desde o seu comissionamento em 1995, a refinaria passou por três expansões que aumentaram sua capacidade de produção, todas implementadas sem tempo de inatividade na produção. A capacidade nominal da refinaria de alumina é de 6,2 milhões de toneladas. A empresa fornece os mercados doméstico e internacional. Em média, 14% de sua produção vai para o mercado interno e os outros 86% são para exportação. Atualmente, a Hydro Alunorte exporta seus produtos para dez países do Oriente Médio, América do Norte e Europa. Vale ressaltar que a Hydro detém 92,1% da Alunorte e a refinaria é alimentada com bauxita da mina de bauxita Paragominas da Hydro.

Seguindo ordens de autoridades federais, estaduais e locais no Brasil sobre a questão do vazamento de resíduos de bauxita em seu depósito de resíduos de bauxita DRS2, a Hydro teve que fechar 50% da capacidade de sua refinaria de alumina. A refinaria está atualmente operando com 80-85% da capacidade. O EBIT subjacente da Hydro para bauxita e alumina em 2018 ficou em 2.282 milhões de coroas norueguesas,

abaixo dos 3.704 milhões de coroas norueguesas em 2017 devido a 50 % de corte de produção. A empresa espera voltar em breve (2021) a operar em sua capacidade normal.

8) South 32 (Austrália)

A South32 relatou produção de alumina de 5,05 milhões de toneladas no 2019 em comparação com 5,06 milhões de toneladas em 2018. No quarto trimestre do EF19, a produção de alumina aumentou 9% em relação ao trimestre anterior, para 1,3 milhão. A Worsley Alumina é uma das operações de geração de receita mais altas do South 32, que é uma cisão da BHP Billiton. A Worsley Alumina é de propriedade de uma parceria entre South32 (86%), Japan Alumina Associates (Austrália) (10%) e Sojitz Alumina (4%). A Worsley Alumina é o segundo maior produtor de alumina com o menor custo do mundo, com uma capacidade anual de 4,6 milhões de toneladas.

A produção da Worsley Alumina aumentou 1% na comparação anual, para 3,79 milhões de toneladas no EF19. No quarto trimestre de 2015, a produção de alumina foi de 996.000 toneladas, um aumento de 12% no trimestre, devido ao aumento da disponibilidade de calcinadores.

9) Nalco

A refinaria de Damanjodi da NALCO em Odisha, Índia, tem uma capacidade de produção de 2,2 milhões de toneladas. A refinaria não apenas alimenta sua fundição de alumínio, mas também gera receita significativa exportando alumina globalmente. A Refinaria de Alumina alcançou a maior produção de Alumina de 2,1 milhões de toneladas no 2018-19, com 102,5% de utilização da capacidade. A NALCO alcançou o maior ganho de exportação de todos os tempos, de INR 4.793 crore no EF 2018-19, registrando um crescimento de 18% em relação ao ano anterior, principalmente impulsionado pelas receitas de alumina.

10) Emirate Global Aluminium (EGA)

A Emirate Global Aluminium (EGA) em construção. A refinaria de alumina Al Taweelah é a primeira deste tipo nos Emirados Árabes Unidos e a segunda no Oriente Médio. A EGA anunciou a conclusão do processo de comissionamento da seção de calcinação de sua refinaria de alumina em Al Taweelah, em Abu Dhabi. A EGA também está desenvolvendo uma mina de bauxita e instalações de exportação associadas na República da Guiné, na África Ocidental, para alimentar a refinaria. Depois de concluída,

a refinaria produzirá 2 milhões de toneladas de alumina por ano e atenderá a 40% dos requisitos de alumina da EGA. A refinaria deve produzir seu primeiro lote de alumina até o primeiro semestre de 2019.

3.3 CONSUMIDORES

Os maiores produtores de alumínio, se tornam os maiores consumidores de alumina, como 95% da alumina produzida é destinada à produção do alumínio primário (FERREIRA; PEREIRA, 2009).

Outro fator a ser observado é que os maiores produtores de alumínio, são também produtores da alumina. A produção global de alumínio primário atingiu 64,3 milhões de toneladas em 2018. Segundo o Instituto Internacional de Alumínio (IAI), China e Ásia (empresas não chinesas) foram responsáveis por mais de 40 milhões de toneladas de alumínio em 2018.

A lista abaixo é baseada na produção de refinarias primárias, conforme relatado pelas empresas em 2018. Os números de produção mostrados ao lado de cada nome de empresa estão em milhões de toneladas (MT).

1) Chalco (China) - 17 MT

A Corporação de Alumínio da China (Chalco) continua sendo um dos maiores produtores de alumínio da China.

A Chalco emprega 65.000 funcionários e também possui operações em cobre e outros metais. A empresa estatal está listada nas bolsas de valores de Xangai, Hong Kong e Nova York. Além disso, seus ativos de alumínio primário incluem a Shandong Aluminium Company, a Pingguo Aluminium Company, a Shanxi Aluminum Plant e a Lanzhou Aluminum Plant.

2) AWAC (Alcoa and Alumina Ltd) - 12 MT

Uma *joint venture* entre a Alumina Ltd e a Alcoa Inc., AWAC, registrou ganhos recordes antes do imposto de renda, depreciação e amortização (EBITDA) em 2018, enquanto diminuía sua quantidade total de produção de alumínio.

3) Rio Tinto (Australia) – 7,9 MT

A gigante mineira australiana Rio Tinto é um dos principais produtores de alumínio do mundo em 2018.

As fundições de alumínio principais da empresa estão localizadas no Canadá, Camarões, França, Islândia, Noruega e Oriente Médio.

4) Rusal - 7,7 MT

A UC Rusal da Rússia foi usurpada como o principal produtor de alumínio pelos principais produtores chineses.

Atualmente, a empresa opera inúmeras fundições de alumínio em três países. A maioria está localizada na Rússia, na Suécia e na Nigéria. Os principais ativos da Rusal estão localizados na Sibéria, responsável por grande parte de sua produção de alumínio.

5) Xinha (China) - 7 MT

O Shandong Xinha Aluminium Group Co. Ltd. é outro grande produtor chinês de alumínio.

Fundada em 1972 e sediada na província de Shandong, no leste da China, a empresa possui mais de 50 subsidiárias em geração de energia. Também possui empresas de refino de alumina e alumínio, produção de carbono e empresas fabricantes de produtos de alumínio a jusante. Os principais ativos de alumínio da Shandong Xinha incluem a Chiping Huaxin Aluminium Industry Co. Ltd., a Shandong Xinha Hope Aluminium Co. Ltd. (Grupo East Hope) e Guangxi Xinha Aluminium Co. Ltd.

6) Norsk Hydro (Noruega) – 6,2 MT

Relatando um aumento de 1% na produção em relação a 2013, a produção de alumínio da Norsk Hydro atingiu quase 1,96 milhão de toneladas em 2014.

A empresa norueguesa é uma produtora de alumínio totalmente integrada, com operações que incluem minas de bauxita, refino de alumina, produção de metais primários e fundição de valor agregado.

A Norsk emprega 35.000 pessoas em 40 países e é um importante operador de produção de energia na Noruega.

As maiores fundidoras de alumínio da empresa estão na Noruega, Canadá e Brasil.

7) South 32 (Australia) - 5,05 MT

A South 32 é uma empresa de mineração de propriedade australiana com instalações na América do Norte, África, Austrália e América do Sul. Eles são produtores de bauxita, alumina, alumínio e outros metais.

8) Hongqiao Group (China) - 2.6 MT

A China Hongqiao, que apareceu pela primeira vez na lista dos dez maiores produtores de alumínio do mundo em 2010, permanece no topo da lista em 2018.

O crescimento da produção foi impulsionado por expansões e aquisições de capacidade, que forneceram à China Hongqiao a maior capacidade de produção de alumínio na China.

O maior produtor privado de alumínio da China foi fundado em 1994 e está sediado em Zouping, Shandong. A China Hongqiao Group Limited é uma subsidiária da China Hongqiao Holdings Limited.

9) Nalco (Índia) - 2,1 MT

Os ativos de alumínio da China Power Investment Corporation (CPI) viram sua produção aumentar. A CPI, a maior produtora estatal de alumínio da China, é um grupo abrangente de investimentos que detém ativos em geração de energia, carvão, alumínio, ferrovias e portos.

A empresa foi fundada em 2002. Seus principais ativos de alumínio incluem a Ningxia Qingtongxia Energy and Aluminum e a CPI Aluminium International Trading Co. Ltd.

10) Emirate Global Aluminum (EGA) - 2 MT

A Emirates Global Aluminium (EGA) foi formada em 2013 com a fusão da Dubai Aluminium ("DUBAL") e Emirates Aluminium ("EMAL").

Com uma grande capacidade de produção, a empresa pertence igualmente à Mubadala Development Company de Abu Dhabi e à Investment Corporation de Dubai. Os ativos de alumínio da EGA incluem a fundição e central elétrica Jebel Ali, bem como a fundição El Taweelah.

FATORES DE RISCO

3.4.1 Economia Global onde operações de alumina estão instaladas

As principais fontes de risco referentes ao negócio de commodity são de instabilidade econômica e comercial, causados por inadimplência de dívidas soberanas e privadas, corrupção e alterações nas leis, regulamentos e políticas do governo local, como aqueles relacionados a tarifas e barreiras comerciais, tensões comerciais, tributação, controles de câmbio, regulamentos de emprego e repatriamento de ganhos. Riscos geopolíticos, como instabilidade política, agitação civil, expropriação, nacionalização de propriedades por um governo, imposição de sanções, alterações nos regulamentos e taxas de importação ou exportação, renegociação ou anulação de acordos existentes, concessões e licenças de mineração e alterações no *royalty* de mineração regras ou leis impactam diretamente as indústrias produtoras do óxido de alumínio.

Além de outros fatores como o enfraquecimento das condições macroeconômicas, atividades de guerra ou terroristas, problemas importantes de saúde pública, como um surto de uma pandemia ou epidemia (como o novo coronavírus COVID19), que pode causar interrupções nas operações, cadeia de suprimentos ou força de trabalho, dificuldades em impor propriedade intelectual e direitos contratuais em certas jurisdições, e eventos inesperados, acidentes ou incidentes ambientais, incluindo desastres naturais.

3.4.2 Queda nos preços de alumina, incluindo mercados globais e regionais

A maioria dos contratos de alumina utiliza dois componentes para formação do preço:

(1) a base de preço da *Alumina Price Index (API)*, Índice de Preços da Alumina (IPA). O alumínio é uma mercadoria negociada na *London Metal Exchange (LME)*, Troca de Metais de Londres (TML), e com preços diários. A alumina, um produto intermediário, está sujeita a preços de mercado em relação ao *Alumina Price Index (API)*. Ambos índices se baseiam em volumes e contratos de curto, médio e longo prazo. Como resultado, os preços do alumínio e da alumina estão sujeitos a uma volatilidade significativa e, portanto, influenciam os resultados operacionais.

(2) uma base de ajuste negociado que leva em consideração vários fatores, incluindo frete, qualidade, localização do cliente e condições de mercado. Como todos os componentes e

o próprio API podem exibir volatilidade significativa devido à exposição do mercado, as receitas associadas às operações de alumina são dependentes dessas flutuações.

Os índices de preços da alumina respondem com elevada volatilidade, de 1990 até 2019 a média dos desvios são baixos 0,13%, entretanto o desvio padrão atinge 427,48. Como a média é sensível a valores extremos não é a melhor ferramenta para determinar a volatilidade, desse modo o desvio padrão consegue quantificar melhor a variabilidade. A flutuação em parte deve-se aos saldos fundamentais de oferta e demanda global, pois a capacidade de armazenamento de alumina é muito limitada, principalmente fora da China.

3.4.3 Condições de Competitividade

A condição de competitividade das empresas, isto é, a análise das condições que levam uma empresa a ser bem-sucedida na concorrência com rivais. No caso da alumina, pode-se denominar como um oligopólio, mercado no qual um número pequeno de produtores vende o mesmo produto. Por essa razão, o mercado de alumina global é altamente competitivo, com fornecedores, produtores e comerciantes ativos. Existe a concorrência entre empresas, incluindo a Aluminium Corporation of China Limited, China Hongqiao Group Limited, Hindalco Industries Ltd., Hangzhou Jinjiang Group, National Aluminium Company Limited (NALCO), Noranda Aluminium Holding Corporation, Norsk Hydro ASA, Rio Tinto, South32 Limited, Corporação Estatal de Investimento em Energia, Companhia Unida RUSAL Plc e Chipping Xinha Alumina Product Co., Ltd.

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo no refino de alumina na China e na Índia. Os principais fatores que influenciam a concorrência no mercado de alumina incluem: posição de custo, preço, confiabilidade do suprimento de bauxita, qualidade e proximidade com os clientes e mercados finais (Alcoa, 2020).

Uma estratégia adotada pela Alcoa e grandes outras produtoras como a Hydro, é o fato de as refinarias estarem estrategicamente localizadas próximas a minas de bauxita de baixo custo, e essas refinarias de alumina são ajustadas para maximizar a eficiência com as qualidades de bauxita dessas minas internas. Além dessas eficiências de refino, a integração vertical oferece um fornecimento estável e consistente de bauxita a longo prazo para o portfólio de refino.

3.4.4 Custos elevados de matéria prima

Os resultados operacionais são afetados por mudanças no custo de matérias-primas, incluindo energia, soda cáustica, cal e outros insumos importantes, além de custos de frete associados ao transporte de matérias-primas para locais de refino. As refinarias podem não ser capazes de compensar completamente os efeitos de custos mais altos de matérias-primas ou de energia por meio de aumentos de preços, melhorias de produtividade ou programas de redução de custos. Um aumento no custo de matérias-primas ou uma diminuição no custo de insumos que seja desproporcional a reduções mais acentuadas simultâneas no preço da alumina pode ter um efeito adverso relevante no mercado da commodity.

3.4.5 China

A China possui substancial importância no mercado global. Uma vez que é a maior produtora de alumínio primário, sua oferta e demanda de alumina e produtos a ela relacionados afetam os outros mercados. Dessa forma é importante a análise de seu mercado a fim de realizar estratégias na produção e venda de alumina. Por exemplo, se a China diminuir seu consumo de alumina pelo fato de o mercado de alumínio primário estar em baixa, é importante diminuir a produção global da alumina a fim de não gerar estoque de alumina e assim estabilizar seus preços.

A China é também uma grande produtora de alumina e não possui significantes reservas de bauxita. A produção doméstica chinesa de alumina não é capaz de suprir o seu consumo. Portanto, as refinarias de alumina chinesas e, conseqüentemente, as fundições de alumínio dependem das importações de bauxita e alumina. Tradicionalmente, a bauxita importada é originária da região do Pacífico, com a Austrália, a Indonésia e a Malásia como principais fornecedores. Após restrições de exportação impostas na Indonésia e na Malásia, tornaram-se disponíveis volumes crescentes de bauxita da Guiné para suprir a demanda chinesa desde 2016. Embora o aumento do volume exportado da Guiné tenha praticamente zerado o risco de escassez de suprimento de bauxita para a China, o fornecimento da Guiné aumenta a distância do frete e custos relativos em comparação com as fontes de suprimento do Pacífico o que de certa forma impacta negativamente o custo de produção do país e, indiretamente, impacta positivamente os mercados produtores de alumina fora da China, como no caso, o Brasil.

A China depende fortemente da Guiné para importações de bauxita. Segundo dados da alfândega chinesa, a China importou 44,45 milhões de toneladas do material da

Guiné em 2019, um aumento de 16,49% em relação ao ano anterior. Em 2019, a China importou 100,66 milhões de toneladas de bauxita, em comparação com 82,57 milhões de toneladas em 2018.

3.4.6 Custos de energia

Embora as maiores produtoras brasileiras de alumina possuam fontes próprias de energia para produção de alumina, certas condições podem afetar negativamente os resultados operacionais, incluindo:

- Aumentos significativos nos custos de eletricidade ou combustível preços de petróleo ou carvão;
- Indisponibilidade de energia elétrica ou outras fontes de energia devido a secas, furacões ou outras causas naturais;
- Indisponibilidade de energia devido à falta de energia local ou regional, resultando em suprimentos insuficientes para atender os consumidores;
- Interrupções no fornecimento de energia ou interrupções não planejadas devido a falha do equipamento ou outras causas;
- Redução de uma ou mais refinarias devido à incapacidade de estender contratos de energia após o vencimento, negociar novos arranjos em termos de custo-benefício ou a indisponibilidade de energia a preços competitivos;
- Redução de uma ou mais instalações devido a altos custos de energia que tornam sua operação contínua não econômica, descontinuação dos direitos de interrupção do fornecimento de energia concedidos a nós sob um regime regulatório no país em que a instalação está localizada ou devido à determinação de que energia os acordos não cumprem as leis aplicáveis, tornando as operações que dependiam do regime de interrupção do país ou do quadro energético de tal país não econômicas.

Se eventos como os listados acima ocorrerem, os altos custos de energia resultantes, a interrupção de uma fonte de energia, o requisito de reembolsar todo ou parte do benefício recebido sob um regime de interrupção de fornecimento de energia ou o requisito de remediar qualquer não conformidade de uma estrutura energética para cumprir as leis aplicáveis, pode ter um efeito adverso relevante nos negócios e resultados operacionais.

3.4.7 Riscos Econômicos e Políticos

As operações estão expostas a riscos relacionados a condições econômicas e políticas, incluindo o impacto de tarifas e sanções o que pode negativamente afetar o mercado da alumina. Riscos estão associados à realização de negócios internacionais, incluindo os efeitos de leis e regulamentos nacionais e estrangeiros, crises fiscais e políticas governamentais estrangeiras ou nacionais e disputas e sanções políticas e econômicas.

A incerteza para os mercados competitivos pode afetar adversamente os negócios, condição financeira, resultados operacionais ou fluxos de caixa. Por exemplo, o aumento da fiscalização governamental no Brasil, que resultou em interrupções no fornecimento de alumina. As reformas regulatórias de gestão ambiental e de suprimentos na China, podem afetar adversamente os negócios e resultados operacionais.

3.4.8 Flutuações nas taxas econômicas

Fatores econômicos, incluindo inflação e flutuações nas taxas de câmbio e juros, fatores competitivos, volatilidade ou deterioração contínua no ambiente econômico e financeiro global, podem afetar as receitas, despesas e resultados operacionais. Mudanças na avaliação do dólar americano em relação a outras moedas, particularmente o real brasileiro, podem afetar a lucratividade, pois alguns insumos importantes são comprados em outras moedas, enquanto a alumina geralmente é vendida em dólares americanos. À medida que o dólar norte-americano se fortalece, a curva de custos diminui para as refinarias do Brasil.

O desenvolvimento macroeconômico e a instabilidade política também geram mudanças nas taxas de câmbio, que têm um efeito significativo no custo e na posição competitiva das empresas brasileiras.

3.4.9 Queda na produção e consumo de alumínio primário

Um fator importante a ser observado é o consumo e produção de alumínio primário. Uma vez que a alumina é o produto intermediário da produção do metal, acompanha a tendência do mercado da alumina. Um exemplo a ser dado é a recessão do mercado global esperada no ano de 2020. Segundo a MetalBulletin (2020) a China enfrenta um excesso de oferta de alumina este ano por causa da demanda reduzida por alumínio. As perspectivas para o consumo de alumínio a jusante não são boas em 2020, enquanto o risco de excesso de capacidade na cadeia da indústria de alumínio ainda existe, segundo o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação da China (MITI).

Se não há consumo, não há vendas e conseqüentemente um excesso na oferta de alumina fazendo com que os seus preços decresçam, negativamente afetando seu mercado. A China como a maior consumidora de alumina do mundo é capaz de diretamente afetar o mercado como um todo.

3.4.10 Mudança climática e riscos ambientais

Como as duas maiores produtoras de alumina no Brasil possuem suas próprias minas de bauxita (produto crucial para produção de alumina), as mudanças climáticas e riscos ambientais são importantes fatores de risco.

Além dos riscos climáticos, existem outros riscos relacionados à transição para uma economia de baixa emissão de carbono e outros riscos ambientais relacionados principalmente às operações no Brasil. Além dos incidentes ambientais, existem riscos relacionados aos efeitos de emissões históricas e atuais conhecidas e desconhecidas no ar, na água e no solo. As operações e instalações das refinarias estão sujeitas a riscos decorrentes de mudanças climáticas físicas, que podem impactar as operações. Os efeitos das mudanças climáticas incluem mudanças nos padrões de chuva, inundações, escassez de água ou outros recursos naturais, mudança do nível do mar, mudança de padrões e intensidades de tempestades e mudança de temperatura. As alterações podem ser agudas e / ou crônicas. Os riscos das mudanças climáticas podem levar a incidentes operacionais e ambientais nas operações, por exemplo, inundação de bacias de contenção, aumento da temperatura que leva ao aumento de emissões de processos etc. que devem ser considerados na estratégia de negócios.

Os possíveis impactos físicos das mudanças climáticas ou condições climáticas extremas nas operações das empresas são altamente incertos e serão específicos às circunstâncias geográficas. Isso pode incluir mudanças nos padrões de chuva, incêndios florestais, ondas de calor, escassez de água ou outros recursos naturais, mudança do nível do mar, mudança do padrão das tempestades, inundações, aumento da frequência e intensidades de tempestades e mudança nos níveis de temperatura. Qualquer uma delas pode atrapalhar as operações, dificultar o transporte de produtos para os clientes, impedir o acesso às instalações, impactar negativamente as operações dos fornecedores de matéria prima ou clientes e sua capacidade de cumprir obrigações contratuais e / ou danificar as instalações.

Tudo que pode aumentar os custos e reduzir a produção pode afetar adversamente as operações e desempenho financeiro das refinarias de alumina e, conseqüentemente, a produção como um todo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Mercado Futuro

O mercado futuro do presente trabalho será analisado sob as condições de mercado desconsiderando o *ceteris paribus* – uma hipótese que leva em conta em certas leis e funções econômicas – em que são considerados vários fatores constantes, variando apenas aquele que está sendo investigado. A expressão latina *ceteris paribus* pode ser traduzida como “tudo permanecendo igual”. O entendimento econômico é baseado no equilíbrio entre oferta e demanda, sendo assim, para tentar prever o comportamento do mercado será extrapolado o cenário atual considerando o equilíbrio entre oferta e demanda de acordo com a projeção de deslocamento para esses parâmetros.

A função de demanda, mostrada pela curva de demanda, é a relação entre o preço de mercado de um bem e a quantidade demandada desse bem durante um período limitado (semanas, meses, anos, etc.), desde que não se alterem:

- a renda dos consumidores;
- os preços de bens substitutos ou complementares;
- o gosto dos consumidores;
- outros fatores da demanda que não sejam o preço desse bem.

A curva de oferta ou esquema de oferta mostra o relacionamento entre a quantidade do bem que os produtores estão dispostos a ofertar durante determinado período e o preço de mercado, mantendo constantes os níveis das outras variáveis (*ceteris paribus*).

A curva de oferta pode ser deslocada para frente (direita) ou para trás (esquerda) em função de outras variáveis – exceto preço – que afetam seu comportamento. Essas variáveis são, por exemplo, as transformações da tecnologia empregada, os custos dos fatores de produção, mudanças nos impostos, preços de outros bens que guardam uma relação com aquele em análise, preços de insumos utilizados na produção de bens, impostos, normas ambientais ou subsídios.

4.2 Mercado Futuro Da Alumina

4.2.1 Composição dos Custos

Bauxita, soda cáustica e cal constituem quase 50% do custo de produção de alumina, com a participação da bauxita em aproximadamente 30%, da soda em aproximadamente 18% e cal com apenas 2%. No entanto, a repartição precisa mostra grandes variações, dependendo do grau de bauxita usada e da proximidade da refinaria de alumina da mina de bauxita. A bauxita de baixa qualidade precisa de mais soda cáustica para o processamento.

Outros componentes de custo são eletricidade, gás natural e óleo combustível. Os custos de eletricidade são tipicamente cerca de 20% dos custos totais de produção de alumina.

Na Tabela 15, é demonstrada a quantidade de matéria prima necessária para fabricação de uma tonelada de alumina.

Tabela 15: Matérias primas necessárias para fabricação de uma tonelada de alumina

Matéria prima	Unidade	Consumo por tonelada de alumina
Bauxita	mt	2,2 - 3,6
Soda Cáustica	kg	60 - 115
Eletricidade	kWh	200 - 260
Óleo Combustível/Carvão/Gás Natural	GJ	6,2 - 12,2
Cal (CaO)	kg	6 - 60

Fonte: adaptado de Alcoa (2020)

4.2.2 Formação de preços

O mercado de alumina - e a forma como é precificado - passou por uma transição nos últimos 10 anos. Os contratos de longo prazo com preço fixo, acordados como uma porcentagem do preço do alumínio na *London Metal Exchange (LME)*, transformaram-se em contratos vinculados a preços ou índices de referência de terceiros, incluindo o publicado pela Platts, referência do presente trabalho.

Descontos ou prêmios são acordados, juntamente com os volumes, dependendo da força do próprio mercado de alumina, e os negócios de um mês são liquidados com relação à média do índice do mês anterior. Um índice é um cálculo ponderado por tonelagem dos dados do mercado à vista, dando maior ponderação às transações à vista concluídas. Essa forma de formatar contratos de longo prazo dá aos compradores e vendedores uma exposição constante aos fundamentos de mercado específicos da alumina do dia e aos preços *spot* prevalecentes à medida que se ajustam em conformidade (Platts, 2020).

4.2.3 Demanda

A demanda por alumina está crescendo devido à crescente exigência de alumina de alta especialidade em refratários e substratos aprimorados usados em várias indústrias de uso final. A alumina ou o óxido de alumínio é um mineral base de óxido de alumínio, disponível em dois graus diferentes: químico e metalúrgico. O primeiro é usado principalmente na fabricação de cerâmica, refratários, vidro, enquanto o último é usado principalmente na produção de alumínio.

O mercado de alumina está transferindo a produção de alumina para a região Ásia-Pacífico (APAC). Isso pode ser correlacionado ao aumento da produção de bauxita na região, que serve como principal matéria-prima para a produção de alumina. Países como Indonésia, Austrália, China, Malásia e Índia estão envolvidos na produção de alto volume de alumina. Além disso, a região provavelmente experimentará uma alta demanda por alumina química e metalúrgica, o que consequentemente aumentará sua produção na região.

Outra previsão do mercado é que a alumina registre um crescimento notável devido às possíveis novas aplicações de alumina. Espera-se que a demanda por alumina química aumente devido ao aumento da fabricação de novos produtos, o que foi possível devido a numerosos avanços tecnológicos. Além disso, com as crescentes preocupações ambientais, a demanda por produtos energeticamente eficientes e ecológicos está crescendo. A alumina de grau químico também é usada na fabricação de baterias de íon-lítio para fabricar dispositivos estacionários de armazenamento de energia e no tratamento de águas residuais. Portanto, o mercado de alumina deve prosperar no período de previsão devido à sua crescente demanda em vários setores de uso final.

4.2.4 Demanda por mercados derivados

O alumínio possui um forte impacto na demanda por alumina por ser seu produto final. Algumas análises realizadas pela Platts em abril de 2020 alegam a correlação mencionando que desde março em que o vírus COVID-19 afetou os mercados por ser uma pandemia global. O cenário não tem sido favorável para os mercados de alumina e alumínio e possivelmente não será nos próximos meses. Com a economia global fragilizada, os estoques de ambas commodities se apresentam em alta uma vez que as indústrias automotivas, construtoras, eletrônicas e aeronáuticas estão sofrendo negativamente os impactos da pandemia. Participantes do mercado também mencionaram possíveis cortes nas fundições de alumínio e alumina no segundo semestre do ano.

Prevê-se que a produção de alumínio atinja aproximadamente 69,5 MT em 2021 devido às capacidades adicionais na Indonésia e no Irã. A China continua a ser a pioneira do crescimento do mercado de alumínio e espera-se que essa tendência continue na duração prevista. Com a indústria automobilística chinesa mudando gradualmente seu foco para o peso leve, com propósito de cumprir a legislação mais rigorosa, é previsto um aumento na demanda e conseqüentemente no uso do alumínio (CM Group, IAI, 2019).

4.2.5 Indústria Automotiva

A indústria automotiva é um fator essencial para o crescimento da indústria de alumínio, não apenas devido ao forte crescimento contínuo do transporte privado em todo o mundo, mas também à crescente pressão para utilizar materiais leves para proteger o meio ambiente e o clima. O campo da construção automotiva leve continua a se desenvolver e suas possibilidades estão longe de serem esgotadas. E algumas megatendências, como mobilidade futura, eletromobilidade e fabricação aditiva, novas soluções e aplicações que empregam materiais de alumínio são cada vez mais procuradas.

No setor de construção leve, o alumínio está em concorrência com outros materiais, mas mesmo que perca participação de mercado em áreas de aplicação individuais, encontrará emprego crescente em outras, e suas áreas de crescimento permanecerão maiores do que as áreas em que os substitutos são encontrados. A tendência para carros que economizam energia e a excelente capacidade de reutilização do material, que permite que a energia investida em sua produção seja totalmente recuperada, certamente aumentarão o consumo de alumínio.

4.2.6 Estoques de Alumínio

Os estoques de alumínio nos armazéns da LME caíram acentuadamente - os volumes de 2019 detidos representam apenas um quarto de seu nível em 2014 em todo o mundo. Esses números refletem o fato de que a demanda por este metal leve aumentou acentuadamente em comparação com o século anterior, não apenas na China, mas em todo o mundo. A CRU, uma consultoria de metais, não espera que a demanda por alumínio enfraqueça antes de 2025, no mínimo, e prevê que a demanda continue forte - e provavelmente continuará aumentando - até então.

4.2.7 Oferta

Prevê-se que a produção da indústria de produção de alumina aumente ligeiramente nos próximos cinco anos (2020-2025). Prevê-se também, que os preços da alumina permaneçam estáveis, pois o crescimento da demanda global é acompanhado pela expansão da oferta. Além disso, prevê-se que a lucratividade da indústria melhore marginalmente à medida que o crescimento da produção leva a maiores economias de escala (Platts, 2020).

O principal é que no ano de 2020 haja um superávit. Com a baixa demanda e preços de alumínio, haverá excesso de alumina, principalmente no atual cenário de COVID-19.

A Alcoa disse que no final do ano de 2020 eles preveem um grande excedente de 15 a 19 milhões de toneladas de bauxita e um possível superávit de alumina.

No topo dos novos projetos, a refinaria da Hydro Alunorte no Brasil voltará a operar com capacidade total a partir de 2021, adicionando tonelagem extra de volta ao mercado.

A taxa de utilização da refinaria da Hydro atingiu 83% de sua capacidade no terceiro trimestre do ano de 2019 após o fim dos embargos impostos pelo tribunal federal.

4.2.8 Novos investimentos

A fundidora indiana de alumínio Hindalco obteve permissão do governo nacional no início do ano de 2020 para sua planejada refinaria de alumina *greenfield* no estado ocidental de Odisha. Segundo relatos, a Autoridade de Despejo de Alto Nível (ADAN) aprovou o plano da Hindalco, que é um projeto de US\$ 1,1 bilhão a ser construído com uma capacidade de 2 milhões de toneladas por ano na placa de identificação. (AluminiumInsider, 2020).

A Emirates Global Aluminium PJSC (EGA) anunciou em março de 2020 a assinatura de um novo contrato de três anos com a Vinacomin do Vietnã para o fornecimento de alumina às fundidoras da EGA. O novo contrato prorroga a parceria entre as duas empresas que foi iniciado no final de 2017 e iria expirar no final do ano. A EGA continuará comprando 300 mil toneladas métricas de alumina da empresa estatal, ajudando-a a continuar preenchendo os 60% de alumina necessárias para as fundições de alumínio da EGA em Al Taweelah.

A produtora indiana de alumínio Vedanta disse em março de 2020 que espera aumentar a produção em sua refinaria de alumina de Lanjigarh em 300 mil toneladas por

ano no próximo ano fiscal (2021). A empresa disse que planeja aumentar a capacidade existente do local de 1,5 milhão de toneladas por ano para um total de 1,8 milhão de toneladas por ano, aumentando significativamente a eficiência operacional da planta de Odisha.

No longo prazo espera-se que a produção de alumina aumente, uma vez que a demanda também segue a mesma tendência. A previsão da produção de alumínio para os próximos anos é ascendente. Este fator combinado às outras aplicações que a alumina possui como na indústria de refratários e novas tecnologias, como a sua aplicação nas baterias de lítio, deixa pressuposto que seu mercado está em expansão.

4.2.9 Preço alumina atual e perspectivas

A Figura 44 apresenta a média mensal do preço da alumina em USD/tonelada de minério. Na quarta-feira, 8 de abril de 2020 o índice diário de alumina de *Fastmarkets*, FOB Austrália foi calculado em US \$ 226,51 por tonelada, uma queda de US \$ 4,11 por tonelada, ante US \$ 230,61 por tonelada no dia anterior. O índice está agora no seu nível mais baixo desde 19 de fevereiro de 2016, quando era de US \$ 219,60 por tonelada.

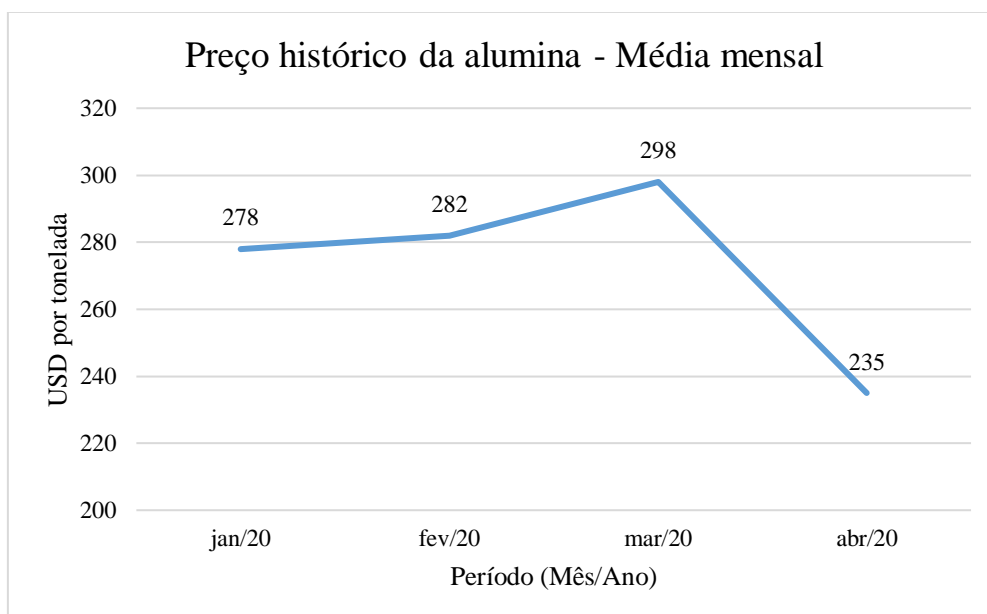


Figura 44: Preço histórico da alumina - Média mensal
Fonte: *Fastmarkets* (2020)

Vários participantes do mercado disseram em uma pesquisa de mercado à *Fastmarkets* que quase 50% da capacidade global de refino poderia estar submersa em termos de custos de caixa no atual nível de índice de alumina. A *Fastmarkets* também alegou que algumas refinarias têm custos de produção acima de US\$ 260 por tonelada e estão perdendo muito dinheiro no momento, mas estão tentando resistir.

Com um decréscimo na produção de alumina, não é possível que a mesma sustente seus preços atuais sem impacto nas vendas e na produção futura (Fastmarkets, 2020). Por outro lado, como o preço de soda cáustica e petróleo também se encontram baixos é possível observar um equilíbrio que mantém as produtoras ativas.

Há uma probabilidade de estabilidade nos preços de soda cáustica pelos próximos 6 meses, pelo menos devido à capacidade não utilizada em plantas de cloro e álcalis durante a pandemia. Ao que tudo indica, a produção de cloro está caindo, o que significa menos produção, mas não o suficiente para criar um cenário de tensão no mercado. (Fastmarkets, 2020).

Em contrapartida, como os preços do alumínio atingiram uma baixa que não ocorria desde 2015 para 2016, a previsão de estabilidade dos preços da alumina é improvável. O baixo preço da LME significa que os cortes de fundição estarão nos pensamentos de muitos produtores de alumínio, o que poderia pressionar ainda mais os preços da alumina.

A China, como a maior compradora de alumina no mercado, tem o poder de influenciar nos preços australianos da mesma, e caso o país decida não importar na espera de um declínio do índice de preços, algumas refinarias podem ter dificuldade de continuar operando (Fastmarkets, 2020).

Em uma análise histórica, os chineses diminuem seu interesse de compra quando o mercado da alumina se mostra em declínio, pois esperam que o mercado decline cada vez mais para poderem comprar em um preço ainda mais baixo. (Fastmarkets, 2020).

Com base na notícia de abril de 2020 reportada pela Fastmarkets, é possível perceber que vários fatores impactam o preço da commodity e que o maior consumidor do mercado é a China. Uma vez que a China necessita importar relevantes quantidades de alumina, o preço se sustenta podendo até subir. Em contrapartida, quando o contrário ocorre, os preços perdem força.

Outro fator correlacionado é o preço do alumínio contra o da alumina, e isso fica claro em uma notícia divulgada pela Platts em abril de 2020: a mesma alega que os preços da alumina em meados de março de 2020 perderam força quando os preços do alumínio LME caíram para níveis baixos o suficiente para quatro cortes de fundição mundiais. O preço da alumina declinou desde então seguindo a tendência do alumínio e espera-se que os produtores de maior custo podem não conseguir se equilibrar no nível atual do mercado podendo entrar em falência.

Em médio prazo, espera-se que o preço da alumina permaneça em baixa. Em torno de US\$ 250/mt. Sendo sustentado por importações chinesas e baixo preço de insumos como a soda cáustica e fontes de energia.

Como o cenário atual dificulta uma previsão mais representativa dos preços futuros da alumina, a tendência para os próximos meses é de leve subida e estabilização dos preços até dezembro de 2022.

Segundo a *CME Group* que se baseia em oferta, demanda e contratos futuros, a previsão dos preços da *Alumina FOB Australia (Platts)*, de julho de 2020 a dezembro de 2022, é de se manter estável, US\$ 252,31/mt. Como pode-se observar na

Figura 45.

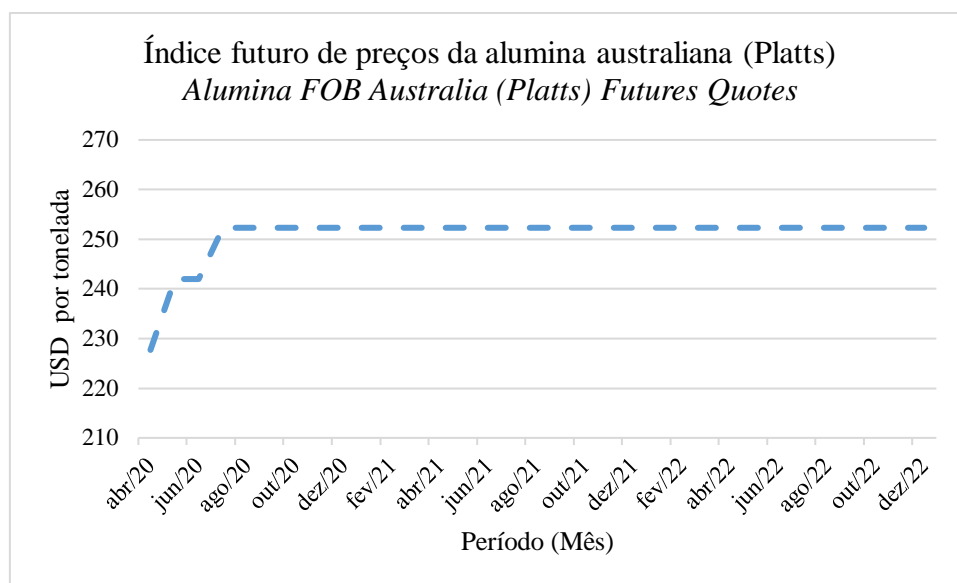


Figura 45: Índice futuro de preços da alumina australiana
Fonte: CME Group (Abril, 2020)

5 CONCLUSÃO

Considerando a perspectiva geral das tendências, a viabilidade econômica atual da alumina se mostra positiva. Uma vez que seus insumos se mostram viáveis ao longo do tempo e sua utilização na indústria tem ganhado crescente espaço globalmente, a produção e venda da commodity é viável economicamente dependendo de onde e como ela será realizada. Pois custos produtivos e de transporte podem alterar a viabilidade.

A localização é o fator primordial no estudo de viabilidade. O produtor deve considerar a viabilidade e o preço dos insumos para que possa produzir a um preço inferior que o preço atual ou futuro da alumina, e isso depende de onde ele se encontra. É importante que este produtor esteja em um país no qual o risco de instabilidade econômica, comercial e política seja relativamente baixo, haja disponibilidade de bauxita, soda cáustica e energia (elétrica e combustíveis) a preços razoáveis, impostos e taxas estejam em níveis aceitáveis para seu orçamento, a moeda seja economicamente viável para a produção (como no caso do Brasil, o histórico da moeda é inferior frente ao dólar, então produzir em real e vender em dólar é vantajoso), o fluxo de importações e exportações flua com facilidade e sem sofrer grandes riscos de guerras comerciais. A condição de competitividade da empresa também é relevante. Como a alumina é um oligopólio, faz-se necessária uma estratégia de vendas para o ganho de confiabilidade no mercado.

Globalmente, oferta e demanda de alumina estão crescentes. A disponibilidade dos insumos se mostra viável e preços estáveis. Esses fatores combinados à estratégia de mercado do possível fornecedor tornam a commodity factível de produção e geração lucros.

Assim, o estudo de viabilidade de bens se faz necessário para a economia global, uma vez que isso impacta diretamente a vida das pessoas. Uma única empresa ou expansão de produção de algum bem, como a alumina, pode gerar milhares de empregos, movimento da economia, aumento de poder aquisitivo da população envolvida. Isso impacta não somente o mercado desse bem a ser produzido, mas o de seus insumos, de serviços fornecidos e a economia regional de onde a empresa estiver instalada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL. **Estatísticas Nacionais. Alumina 2018.** Disponível em: <<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/alumina/>> Acesso em 20 de abr. de 2020.

ABICLOR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, Cloro e Derivados. **Relatório Estatístico Janeiro/Dezembro de 2015.** São Paulo, 2015. 15 p. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/estatisticas/>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

ABICLOR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, Cloro e Derivados. **Relatório Estatístico Janeiro/Dezembro de 2016.** 18 p. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/estatisticas/>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

ABICLOR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, Cloro e Derivados. **Relatório Estatístico Janeiro/Dezembro de 2017.** 17 p. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/estatisticas/>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

ABICLOR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, Cloro e Derivados. **Relatório Estatístico Janeiro/Dezembro de 2018.** 17 p. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/estatisticas/>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

ABICLOR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, Cloro e Derivados. **Relatório Estatístico Janeiro/Dezembro de 2019.** 19 p. Disponível em <<http://www.abiclor.com.br/estatisticas/>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

Agência de Notícias CNI. **É hora de abrir o mercado de gás natural no Brasil.** Disponível em < <https://noticias.portaldaindustria.com.br/especiais/e-hora-de-abrir-o-mercado-de-gas-natural-no-brasil/> > Acesso em 24 de jun. de 2020.

ALCOA. *Alcoa 2020 Annual Report.* Pensilvânia, 2020. 140 p.

ALUAUTO. **Demanda por alumina pode crescer com baterias de íons de lítio.** Disponível em < <http://aluauto.com.br/alumina-baterias-ions-de-litio/> > Acesso em 15 de jun. de 2020.

ALUMINALIMITED. *Alumina Limited Annual Report 2019*. Kentucky, 2019. 104 p. Disponível em <<https://www.aluminalimited.com/announcements/>> Acesso em 10 de jun. de 2020.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro, 2019. 264 p.

ANP. **Produção de derivados de petróleo e processamento de gás natural**. Disponível em < <http://www.anp.gov.br/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural>> Acesso em 25 de maio de 2020.

ARALALUMINA. **Top ten alumina producers in the world in 2019**. Disponível em < <http://aralalumina.com/en/news/top-ten-alumina-producers-in-the-world-in-2019> > Acesso em 30 de maio de 2020.

BP. **Statistical Review of World Energy 2019**. Relatório. Londres, 2019. 64 p. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2020.

BRAY, E Lee et al. **Bauxite and Alumina in the Fourth Quarter 2010**. n. 9, p. 1–5, 2011.

CME GROUP. **Alumina FOB Australia (Platts) Futures Quotes**. Disponível em: <<https://www.cmegroup.com/trading/metals/base/alumina-fob-australia-sp-global-platts.html>> Acesso em 18 de mai. de 2020.

COMEXSTAT. **Exportação e Importação Geral**. Disponível em <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> > Acesso em 17 de maio de 2020.

Department of Industry, Science, Energy and Resources. **Resources and Energy Quarterly**. Relatório. Ano base 2020. Austrália, 2020. 141 p. Disponível em <www.industry.gov.au/req > Acesso em 15 de mai. de 2020.

Empresa de Pesquisa Energética; Ministério de Minas e Energia. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019**. Rio de Janeiro, 2019. 254 p.

FASTMARKETS MB. **FOCUS: Pricing bauxite and alumina**. Disponível em <
<https://www.metalbulletin.com/Article/3791978/FOCUS-Pricing-bauxite-and-alumina.html>> Acesso em 26 de jun. de 2020.

FASTMARKETS MB. **Refineries struggle to stay cash positive with alumina prices at Feb 2016 low**. Disponível em <
<https://www.metalbulletin.com/Article/3927381/Latest-news/Refineries-struggle-to-stay-cash-positive-with-alumina-prices-at-Feb-2016-low.html>> Acesso em 26 de jun. de 2020.

FERREIRA, Gilson Ezequiel; PEREIRA, Luana dos Santos. **A indústria da cal no Brasil**. *23 Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa*, p. 583–589, 2009.

FGV. **FGV Dados**. Disponível em <
<http://www14.fgv.br/fgvdados20/NaoIdentificado.aspx>> Acesso em 20 de maio de 2020.

FORBES. **Examining Alcoa's Alumina Business**. Disponível em <
<https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2014/03/28/examining-alcoas-alumina-business/#3cdf882d336a>> Acesso em 15 de jun. de 2020.

IHS Markit. **Global Chlor-alkali Market Outlook**. Monterrey, 2018. 34 p.

Investing. **Brent Oil Futures**. Disponível em <
<https://www.investing.com/commoditys/brent-oil-historical-data>> Acesso em 05 de maio de 2020.

JODI. **Joint Organisations Data Initiative** . Disponível em < <http://www.jodidb.org/ReportFolders/reportFolders.aspx> > Acesso em 05 de maio de 2020.

MÁRTIRES, R. A. C. (2001). **Alumínio**. Balanço Mineral Brasileiro, DNPM.

NORSK HYDRO. *Annual Report 2019*. Oslo, 2020. 299 p.

RONSSANI DE FIGUEIREDO, Matheus. Universidade Federal De Santa Maria Centro De Tecnologia Programa De Pós-Graduação Em Ciência Da Computação. 2018.

SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C.; DUTRA, A. J. B. **Bauxita. In: Rochas & minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM, 2005. Parte II. Cap.13. p. 279-304.

S&P GLOBAL. **China alumina faces bearish Q2 outlook as COVID-19 hits demand: Platts survey**. Disponível em < <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/metals/041420-china-alumina-faces-bearish-q2-outlook-as-covid-19-hits-demand-platts-survey> > Acesso em 20 de abr. de 2020.

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M.C.M.; DA MOTTA, M. **Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas**. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 12, n. 2, p. 322–338, 2007.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Documents and resources**. Disponível em: < https://www.wto.org/english/res_e/res_e.htm > Acesso em 21 de abr. de 2020.

The Bauxite Index. Bauxite Trade. Disponível em < <https://thebauxiteindex.com/en/cbix/industry-101/bauxite-101/bauxite-trade> > Acesso em 21 de maio de 2020.

THE WORLD BANK. **World Bank Open Data**. Disponível em < <https://data.worldbank.org/> > Acesso em 24 de abr. de 2020.

THOUGHTCO. **The biggest Aluminum Producers of 2018**. Disponível em <<https://www.thoughtco.com/the-10-biggest-aluminum-producers-2339724>> Acesso em 30 de maio de 2020.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2014. Estados Unidos da América, 2015. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2015. Estados Unidos da América, 2016. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2016. Estados Unidos da América, 2017. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2017. Estados Unidos da América, 2018. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2018. Estados Unidos da América, 2019. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Bauxite and Alumina**.* Relatório. Ano base 2019. Estados Unidos da América, 2020. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**.* Relatório. Ano base 2014. Estados Unidos da América, 2015. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**.* Relatório. Ano base 2015. Estados Unidos da América, 2016. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**.* Relatório. Ano base 2016. Estados Unidos da América, 2017. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**.* Relatório. Ano base 2017. Estados Unidos da América, 2018. 2 p.

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**. Relatório. Ano base 2018. Estados Unidos da América, 2019. 2 p.*

*U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. **Lime**. Relatório. Ano base 2019. Estados Unidos da América, 2020. 2 p.*

World Aluminium. **Alumina Production**. Disponível em < <http://www.world-aluminium.org/statistics/alumina-production/#data> > Acesso em 20 de abr. de 2020.